

Caracterización de granos desecados de *Chenopodium quinoa* Willd. y especies emparentadas del sitio arqueológico Punta de la Peña 9 Alero 1 (Antofagasta de la Sierra, Puna meridional argentina, 1518-1364 años AP)

Gisela Florencia Cardozo, Salomón Hocsman y Pilar Babot
 Recibido el 29 de noviembre de 2024. Aceptado el 20 de agosto de 2025

RESUMEN

En este trabajo se analiza la presencia de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y especies emparentadas en el conjunto arqueobotánico recuperado en el Alero 1 del sitio Punta de la Peña 9, Sector I, localizado en Antofagasta de la Sierra (Catamarca). Se presentan los resultados del estudio morfométrico realizado en ejemplares arqueológicos desecados que corresponden a granos de estas plantas. Se realiza una revisión crítica de los atributos usados en el estudio de estos taxones. A partir de esto se efectúa una descripción cualitativa y cuantitativa de los carpórestos a través de la utilización del programa ImageJ® y sobre una base amplia de descriptores. Esto permite dar cuenta de la diversidad de plantas emparentadas registradas, que se corresponderían con la presencia de un complejo silvestre/maleza/cultivado integrado por *Ch. quinoa* var. *quinoa*, *Ch. quinoa* var. *melanospermum*, cf. *Ch. hircinum* y posibles formas híbridas. Los atributos observados en los granos contribuyen al conocimiento de la variación fenotípica de las *arqueoquinuas* y a una mejor comprensión del manejo y uso de quinoa y sus parientes, realizado por las sociedades agropastoriles durante el segundo milenio AP en la Puna meridional argentina.

Palabras clave: Quinoa; Ajaras; Complejo silvestre/maleza/cultivado; Morfometría; Arqueobotánica

Characterization of desiccated grains of *Chenopodium quinoa* Willd. and related species from Punta de la Peña 9 Alero 1 archaeological site (Antofagasta de la Sierra, Southern Puna of Argentina, 1518-1364 years BP)

ABSTRACT

This study analyzes the presence of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and related species present in the archaeobotanical assemblage recovered from Alero 1 of the Punta de la Peña 9 site, Sector I, located in Antofagasta de la Sierra, Catamarca. It presents the results of the morphometric study conducted on desiccated archaeological specimens corresponding to grains of these plants. A critical review of the morphological traits used to study these taxa is carried out. Based on this review, a qualitative and quantitative description of the carpological remains is carried out using ImageJ® software and a broad set of descriptors. This approach reveals the diversity of related plants identified at the site, which appear to correspond to a *wild/weedy/crop* complex, including *Ch. quinoa* var. *quinoa*, *Ch. quinoa* var. *melanospermum*, cf. *Ch.*

Gisela Florencia Cardozo. Grupo de Investigación en Arqueología Andina (ARQAND), Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán. San Martín 1545, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). E-mail: giselafcardozo@gmail.com

Salomón Hocsman. ARQAND e Instituto de Arqueología y Museo (IAM), Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán. San Martín 1545, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. CONICET. E-mail: shocsman@hotmail.com

Pilar Babot. ARQAND e IAM, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán. San Martín 1545, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. CONICET. E-mail: pilarbabot@cnsnat.unt.edu.ar

Intersecciones en Antropología 27(1), enero-junio: 61-86. 2026. ISSN-e 1850-373X

<https://doi.org/10.37176/iea.27.1.2026.961>

Facultad de Ciencias Sociales - UNICEN - Argentina

hircinum, and possible hybrid forms. The characteristics observed in the grains contribute to the understanding of the phenotypic variation of *archaeoquinoas* and provide new insights into the management and use of quinoa and its relatives by agro-pastoralist societies by the second millennium BP in the southern Argentine Puna.

Keywords: Quinoa; Ajara; Morphometry; Wild/weedy/crop complex; Archaeobotany

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios sobre restos de quinoas (*Chenopodium quinoa* Willd., Amaranthaceae) arqueológicas y sus parientes, que englobamos bajo el concepto de *arqueoquinoas*, se han realizado en lo que corresponde al actual territorio de Argentina, principalmente a partir de ejemplares carbonizados del taxón, dado que los conjuntos desecados no son comunes -ver Babot y Hocsman (2017) y Longo y López (2025) para una síntesis de los hallazgos documentados-. En el Noroeste de Argentina (NOA), *arqueoquinoas* desecadas se describieron en cinco áreas. Una de ellas es Pampa Grande en Guachipas, Salta, cuyos conjuntos arqueobotánicos de esa clase, correspondientes a 1720-1133 AP, son relevantes por haber sido los primeros en ser analizados en el país. Allí se identificaron ejemplares pertenecientes a *Ch. quinoa* var. *quinoa* y a *Ch. quinoa* var. *melanospermum* (Hunziker, 1943a; Lema, 2023a). También en Salta, en el Valle Calchaquí Norte, se recuperó en Puente del Diablo un único grano de *Ch. quinoa* var. *quinoa* (Lema, 2014, 2023b) y, en el sitio Mariscal, ejemplares secos se asignaron como *Ch. quinoa* var. *quinoa* y *Ch. quinoa* var. *melanospermum* (Amuedo, 2021), en ambos casos en ocupaciones posteriores a 1000 AP. En la Quebrada de Los Corrales, en Tucumán, numerosos utrículos y semillas de *Ch. quinoa*, afines a dos etnovariedades modernas de la planta domesticada fueron identificados en tres niveles datados entre ca. 3040-630 AP del sitio Cueva de Los Corrales 1 junto a semillas de especies silvestres del género *Chenopodium* (Arreguez et al., 2021).

En Antofagasta de la Sierra (en adelante ANS), en Catamarca, los macrorrestos de granos de quinoa (término bajo el cual englobamos a los frutos y semillas) provienen, hasta el momento, de sitios posteriores a 2000 AP (Babot y Hocsman, 2017). El único conjunto estudiado desde un punto de vista morfológico corresponde al sitio Punta de la Peña 4 (PP4), localizado en la Quebrada de Las Pitás. Se realizó una caracterización preliminar de los granos, que miden 2-3 mm de diámetro, son de forma lenticular, presentan el embrión curvo y la radícula

prominente, de acuerdo a Rodríguez (2004), y se asignaron a *Ch. quinoa* (Rodríguez, 2004; Rodríguez et al., 2006). Estos cuentan con un fechado taxón de 690 ± 50 años AP. Los ejemplares de PP4 junto a granos procedentes de otros tres sitios de ANS, Cueva Salamanca 1 (CSa1), el Alero 1 de Punta de la Peña 9 (PP9) y Punta de la Peña E (PPE), a lo que se sumó el sitio Cueva de los Corrales 1, integraron el primer estudio molecular de quinoas arqueológicas basado en la caracterización de marcadores microsatelitales, abarcando el lapso ca. 1796-690 AP (Winkel et al., 2018).

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio morfométrico detallado de granos desecados de quinoa y sus parientes, procedentes del Alero 1 de PP9 y analizarlos bajo el concepto de complejo silvestre/maleza/cultivado (*wild/weedy/crop*) (Wilson, 1980; Beebe et al., 1997, citado en Lema 2025; Costa Tártara et al., 2015). Para ello, se efectúa una revisión de los atributos descriptivos que han sido aplicados desde distintos campos para la caracterización del género *Chenopodium* y se proponen nuevas variables y herramientas para su análisis. En este marco, se utiliza el software ImageJ® para analizar de manera normalizada descriptores cuali-cuantitativos que expresan la variación fenotípica sincrónica. El análisis detalla numerosos atributos externos de los granos desecados, usualmente no registrados en materiales arqueológicos carbonizados, complementando la caracterización de atributos estándar observados en las *arqueoquinoas*, lo que permite evaluar la aplicabilidad de estos procedimientos no destructivos en materiales desecados en los que el color es medible. A esto se suma el análisis de la testa, una variable de relevancia en el abordaje de las quinoas arqueológicas.

Los resultados presentados proporcionan una referencia más cercana al material carbonizado antiguo que los ejemplares modernos, dados los procesos de selección que han afectado al taxón a lo largo de los siglos. Estos aportan al conocimiento de las *arqueoquinoas* puneñas que se encontraban bajo manejo en el lapso comprendido entre 1500-1100 años AP en la Puna meridional argentina y,

al mismo tiempo, contribuyen a documentar las variantes en la trayectoria de la historia de la quinoa en los Andes, un tema que se encuentra en plena construcción.

EL ALERO 1 DEL SECTOR I DE PUNTA DE LA PEÑA 9

El Alero 1 es un pequeño reparo bajo bloque, aparentemente colapsado, de 3 m de ancho por 2 m de profundidad por 0,5 m de alto, localizado a 3590 msnm en el borde del talud del farallón de ignimbritas de la localidad arqueológica Punta de la Peña (Figura 1). Forma parte del sitio Punta de la Peña 9, que consiste en un asentamiento complejo formado por ocupaciones dentro y fuera de recintos de piedra situados a cielo abierto y bajo los reparos proporcionados por los bloques de derrumbe y promontorios ignimbríticos del farallón. El Alero 1 presenta una estratigrafía somera de 31 cm separada por aproximadamente 50 cm de la bóveda

del alero. Está compuesta por cinco niveles, de los cuales cuatro son acumulaciones eólicas estériles. El nivel 2, de características organógenas y con un espesor variable entre 7 y 12 cm, contiene un depósito denso de carporrestos vegetales, principalmente alimenticios (2705,78 restos por litro de sedimento *sensu* Medina Reguilón et al., 2026), en un estado de preservación excepcional dado por las condiciones del reparo rocoso, que incluyen protección contra la radiación solar, la humedad y los cambios de temperatura (Kligman et al., 2021), sumado a la propensión natural a la conservación orgánica y la ralentización del biodeterioro propias del desierto puneño (Figura 1).

El material analizado procede de una muestra de sedimento de 5,38 litros y de un rasgo de combustión compuesto por ceniza y carbón, ambos del nivel 2, que fueron enteramente procesados en laboratorio mediante tamizado en seco en series de tamices de mallas de graduación decreciente entre 5 y 1 mm incluyendo el fondo y el posterior *picking* bajo lupa de las distintas fracciones obtenidas

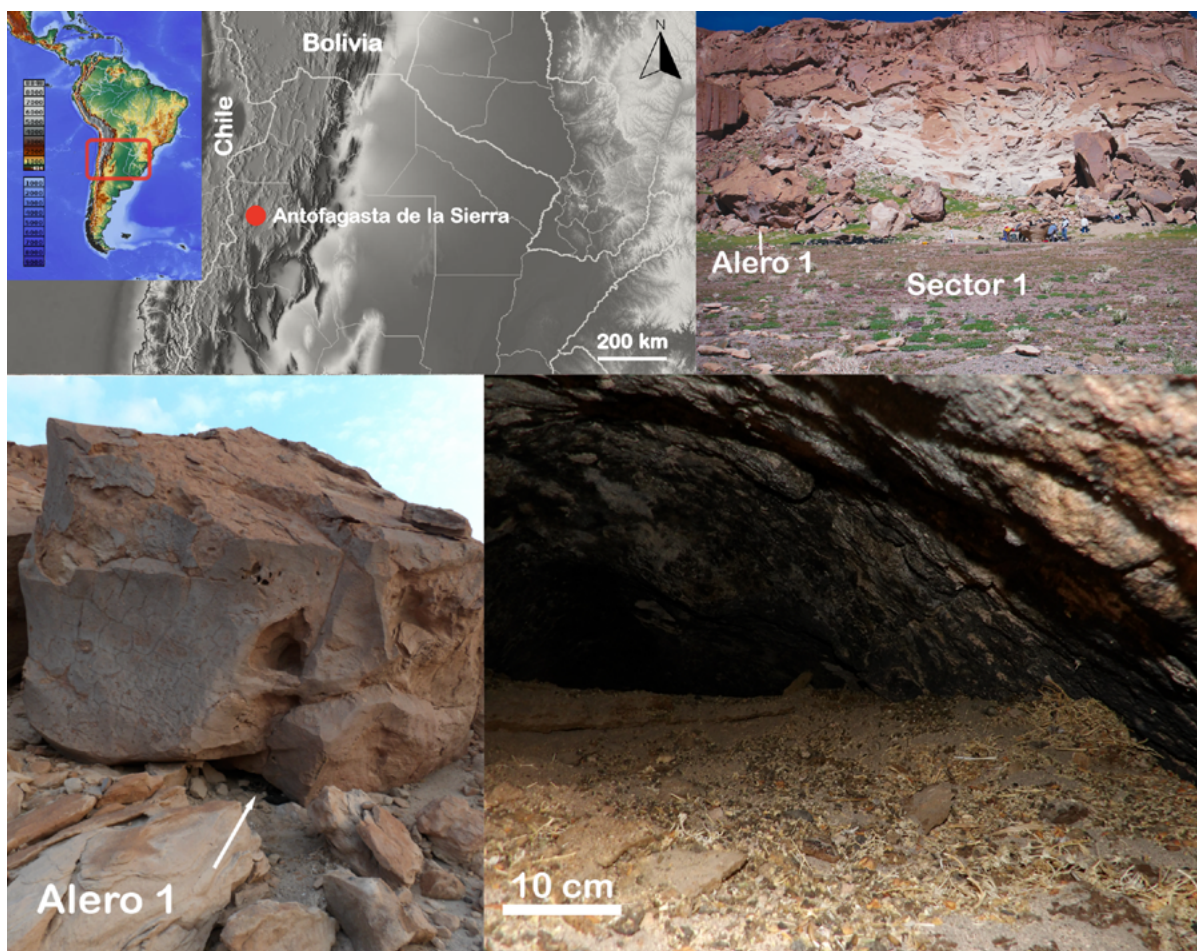


Figura 1. Ubicación del Alero 1 en el sitio Punta de la Peña 9 (Antofagasta de la Sierra, Puna meridional argentina). Se indica la localización geográfica del área de estudio. Interior del alero con el nivel 2 parcialmente expuesto.

(Rodríguez et al., 2024). Los ejemplares correspondientes al género *Chenopodium* comprenden semillas, frutos (utrículos), fragmentos de panojas y tallos, embriones y perigonios, así como productos y subproductos de la elaboración culinaria a partir del grano, en estado desecado, termoalterado y carbonizado.

El nivel 2 cuenta con tres fechados taxón que abarcan el lapso 1518-1364 AP (1507-1176 cal. AP) (Tabla 1). Uno de los fechados fue realizado sobre granos de *Ch. quinoa* y corresponde a 1364 ± 20 AP (AA107154; 1293-1176 cal. AP; OxCal 4.4, SHCal 20, 95,4% de probabilidad *sensu* Bronk Ramsey, 2009).

Ambientalmente, el sitio se encuentra en un desierto de altura que se desarrolla por encima de los 3500 msnm, con un clima semiárido/árido y precipitaciones marcadamente estacionales (130 mm/año) (Grana et al., 2016). La información paleoambiental local señala que a partir de los 1700 AP tuvo lugar un período con marcada aridez regional, en el que los humedales se fraccionaron, resultando en un ambiente que presentaba mayor heterogeneidad que en momentos previos en cuanto a la disponibilidad de recursos y mayor inestabilidad ambiental (Grana et al., 2016). Estas condiciones se mantuvieron en todo el lapso de interés y se corresponden aproximadamente con el clima actual.

La vegetación en la localidad Punta de la Peña es una estepa arbustiva baja y rala dominada por *Aloysia deserticola* (Phil.) Lu-Irving & N. O'Leary (Verbenaceae), conocida como tolar de rica rica. Este y otros tolares conformados por especies de familias tales como Asteraceae, Fabaceae y Solanaceae, y estepas herbáceas (pajonal) de especies de la familia Poaceae, conforman la vegetación zonal propia del área de estudio. La vegetación azonal comprende estepas halófilas y sammófilas (campo, vegas y vegetación de borde de río y lagunas) formadas por especies de familias tales como

Juncaceae, Cyperaceae y Poaceae, las cuales se desarrollan en torno a los cuerpos de agua constituyendo los escasos humedales del área (Rodríguez, 2004; Izquierdo et al., 2022).

De relevancia para este trabajo, las especies de la familia Amaranthaceae registradas en el área incluyen a las plantas silvestres nativas *Atriplex imbricata* (Moq.) D. Dietr. (cachiyuyo) en tolares, *Nitrophyla australis* Chodat et Wilczek var. *australis* (sebor) y *Salicornia pulvinata* R.E. Fr. en áreas salinizadas de vegas y vegas asociadas a salares. Otras crecen de manera espontánea en y próximas a áreas de cultivo. Estas son *Amaranthus* sp. (ataco), *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants (paiko, coipa), la planta asilvestrada *Ch. pallidicaule* Aellen (yuyo, cañagua, kañiwa) y la exótica introducida *Ch. album* L. (quina) (Cuello, 2006; Olivera, 2006; Pérez, 2006; Izquierdo et al., 2022). La quinoa solo se encuentra como cultivo en huertos y campos (potreros) de baja escala. De todas ellas, solo se registran usos potenciales conocidos para los granos de quinoa, kañiwa, quina y, eventualmente, paiko.

EL GRANO DE QUINOA

La quinoa, *Ch. quinoa* var. *quinoa*, es una planta anual, de la clase dicotiledónea, orden Caryophyllales, de la familia Amaranthaceae, subfamilia Chenopodioideae, tribu Chenopodieae. El fruto maduro de la quinoa es un utrículo que está constituido por el pericarpio y la semilla. En ocasiones, acompañando al fruto, pueden encontrarse estructuras florales adheridas como restos de perigonio y/o fragmentos de pedicelo. El pericarpio, que a menudo se encuentra adherido a la semilla, contiene saponinas responsables del sabor amargo característico de la quinoa, y usualmente es removido como práctica antes del consumo (López et al., 2012; Mora-Ocación et al., 2022). Rodeando tanto

| Material datado | Fechado 14C AP /Código lab | Edad calibrada AP* | Edad calibrada AD* | Referencias |
|--|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Phaseolus vulgaris</i> L., Fabaceae, cotiledón | 1518±45 LTL16720A | 1507-1295 | 443-656 | Trucchi et al. 2021 |
| <i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, Fabaceae, endocarpos | 1479±35 AA89392 | 1404-1287 | 547-664 | Winkel et al. 2018 |
| <i>Chenopodium quinoa</i> Willd., Chenopodiaceae, granos claros y oscuros | 1364±20 AA107154 | 1293-1176 | 658-774 | Winkel et al. 2018 |

* OxCal 4.4, SHCal 20, 95,4% probabilidad (Bronk Ramsey, 2009).

Tabla 1. Fechados taxón del nivel 2 del Alero 1, Punta de la Peña 9 (Antofagasta de la Sierra, Puna meridional Argentina).

al perisperma (tejido reservante) como al embrión hay una cubierta de la semilla. Esta cubierta seminal o episperma tiene dos capas, una epidermis interna muy delgada denominada tegmen (o endotegmen) que no varía en tamaño si el espécimen es silvestre o domesticado, y una epidermis externa, testa (o exotesta), que sí varía, siendo más delgada en la variedad domesticada (Wilson, 1981; Prego et al., 1998; Bruno, 2005; Curti y Bertero, 2021).

Como menciona Planchuelo (1975), la descripción de los atributos morfológicos del cáliz, el fruto y la semilla son muy relevantes para la sistemática del grupo taxonómico del género *Chenopodium*, razón por la cual los ejemplares desecados son trascendentales para la identificación en los sitios arqueológicos del denominado complejo silvestre/maleza/cultivado. El complejo de la quinoa se refiere a plantas que comparten relaciones de parentesco y presentan flujo génico, pudiendo estar integrado además de *Ch. quinoa* var. *quinoa*, por las denominadas ajaras: la acompañante o espontánea *Ch. quinoa* var. *melanospermum* (quinoa negra) y el antecesor silvestre de la quinoa *Ch. hircinum* Schrad. (quinoa de la tierra, yuyo, cenizo), además de formas intermedias o híbridos interespecíficos entre quinoa y las ajaras (Wilson, 1980; Gremillion, 1993; Costa Tártara et al., 2015).

Podríamos considerar como lo hace Ohri (2015, p.131), con relación al complejo de otro *Chenopodium* (*Ch. album* L.), que el complejo de la quinoa es “un conjunto heterogéneo de múltiples entidades taxonómicas” o un “receptáculo taxonómico conveniente para incluir diversas entidades no asignables a ninguna otra especie”. Este tipo de abordaje nos aleja de las perspectivas dicotómicas y lineales, el cual nos invita a considerar la presencia de formas cultivadas no domesticadas, tales como híbridos, formas intermedias y otras adventicias que dan cuenta de prácticas de manejo de una manera más integral, incluyendo el fomento, la tolerancia y el cultivo sin domesticación, entre otras prácticas deliberadas, además del cultivo de plantas domesticadas (Lema, 2014). En este sentido, la variedad *melanospermum* puede ser mejor encuadrada bajo la categoría de una planta acompañante más que como una maleza -estrictamente una maleza facultativa (Lema, 2025) o malezoide- en el trinomio del complejo de la quinoa.

También ocurren asociaciones mayores de plantas de la familia Amaranthaceae que pueden crecer juntas y resultar de prácticas comunes, como el cultivo próximo en huertos, e incluyen a otras

especies del género o la familia, que no comparten relaciones de parentesco cercanas con la quinoa como *Ch. pallidicaule*, *Dysphania ambrosioides* (Fritz et al., 2017; Hocsman y Babot, 2023) y *Ch. carnosulum* Moq. (López et al., 2012). Este escenario presenta diversos desafíos, ya que, por un lado, ha dificultado la identificación taxonómica de los ejemplares arqueológicos, y, por otro, ha impulsado el estudio crítico de distintos atributos con ese propósito (López et al., 2015; Fritz et al., 2017). Estos se discuten en el siguiente apartado para su aplicación en el caso de estudio.

METODOLOGÍA

Atributos morfológicos de los granos de quinoa y sus parientes

Para el reconocimiento de los granos del Alero 1 se realizó una revisión y selección de los atributos cualitativos y cuantitativos descritos en la bibliografía arqueobotánica (Eisentraut, 1998; Bruno, 2001, 2006; Bruno y Whitehead, 2003; Langlie et al., 2011; López, 2012; López et al., 2015), se agregaron atributos de uso agronómico y botánico y se propusieron otros nuevos. Dentro de los atributos cualitativos se observaron: **textura, aspecto y opacidad del pericarpio, textura, color y apariencia del episperma, apariencia del perisperma, forma del grano, configuración del margen y prominencia del pico**. Dentro de los atributos cuantitativos se consideraron: **diámetro, espesor, área y perímetro del grano, ancho del embrión** (en el caso que lo presentaran) y **espesor de la testa**, y se registró el **color del pericarpio y del episperma** como atributos cuali-cuantitativos.

En consecuencia, con el propósito de evaluar la implementación de un procedimiento no destructivo y que permitiera obtener información de la mayor cantidad posible de ejemplares de la muestra, se implementó el análisis cuali-cuantitativo complejizado de los atributos mencionados. Además, se evaluó el desempeño de los indicadores externos en relación con las medidas obtenidas del espesor de la testa. La terminología y los atributos utilizados para ello se basan en investigaciones previas sobre la morfología de los granos del género *Chenopodium*, incluidos Aellen y Just (1943), Planchuelo (1975), Pearsall (1980), Wilson (1981), Smith (1985), Nordstrom (1990), Prego et al. (1998), Bruno (2001, 2006), Biodiversity International (2013), López et al. (2015) y Curti y Bertero (2021).

A continuación, se describen los atributos considerados y sus variaciones, siguiendo un orden de registro desde afuera hacia adentro en el grano de quinoa.

Atributos cualitativos de los granos

1. **Forma del grano:** corresponde a la silueta del grano observada en vista lateral, poniendo especial énfasis en la forma de las caras. Las formas registradas varían entre lenticular, cilíndrica, elipsoidal y cónica, siguiendo la clasificación propuesta por Biodiversity International (2013). Según Planchuelo (1975), quien usa criterios morfológicos levemente diferentes, la forma es cilíndrica-lenticular en ambas variedades de *Ch. quinoa*, lenticular a globosa en *Ch. pallidicaule*, lenticular levemente gibosa en *Ch. hircinum* y lenticular en *D. ambrosioides*. Consideramos aquí las siguientes opciones: lenticular, cilíndrica y elipsoidal. Este parámetro es observado en el lado opuesto a la radícula. Si bien no ha sido utilizado en estudios arqueológicos previos, se considera como un complemento que permite establecer en conjunto con la siguiente variable, más detalladamente, la morfología general del grano.

2. **Configuración del margen:** describe el perfil del grano, haciendo énfasis en el efecto morfológico del margen sobre su forma general. Hunziker (1952) y Planchuelo (1975) notaron variaciones en la forma de los márgenes del grano en especies del género *Chenopodium*. Wilson (1980) observó que la configuración del margen se correlaciona con el grosor del episperma: cuando la testa es gruesa, las estructuras internas (perisperma, embrión) se ven restringidas y los dos lados de la cubierta generan un ángulo cerrado a lo largo del margen, produciendo una forma biconvexa. Por el contrario, en semillas con testa delgada, el embrión y el perisperma no están limitados, y su expansión influye en la forma general del grano, generando márgenes redondeados o truncados. Este atributo ha sido empleado por diversos autores para distinguir formas silvestres y domesticadas. Eisentraut (1998) y Bruno (2001, 2006) utilizaron este atributo para describir las semillas modernas y arqueológicas y resaltar las diferencias entre *Ch. quinoa* domesticada, con margen truncado, y *Ch. quinoa* var. *melanospermum*, considerada silvestre por las autoras, que presentaría una forma biconvexa, redondeada o ecuatorialmente bandeada. En esta última variedad también se describió la configuración del

margen truncado (Planchuelo, 1975) y subredondeado (Hunziker, 1943a). En otras especies afines, el margen se describió como redondeado en *Ch. pallidicaule* (Hunziker, 1943b; Planchuelo, 1975) o redondeado a truncado (Bruno, 2005), redondeado a subagudo en *Ch. hircinum* (Planchuelo, 1975) y redondeado en *D. ambrosioides* (Planchuelo, 1975). En este trabajo se consideran las siguientes categorías morfológicas para el atributo: truncado, redondeado, ecuatorialmente bandeado y biconvexo. Este parámetro es observado en el lado opuesto a la radícula.

3. **Prominencia del pico:** se refiere al grado en que la radícula se proyecta respecto del contorno general del grano. Este atributo se incorpora siguiendo la caracterización de Langlie et al. (2011), quienes lo consideraron relevante para el análisis morfológico de material arqueológico del género *Chenopodium*. Planchuelo (1975) ya había descrito su variación: muy prominente en ambas variedades de *Ch. quinoa*, prominente en *Ch. pallidicaule*, poco prominente en *Ch. hircinum* y no prominente en *D. ambrosioides*. Gremillion (1993) y Asch y Asch (1985) vincularon los picos prominentes con formas domesticadas, mientras que correlacionaron picos a menudo débiles o ausentes con especies silvestres y adventicias. No obstante, diversos estudios han puesto en cuestión su valor diagnóstico. Gordon (2006), citado por Langlie et al. (2011), planteó que este atributo es complejo ya que no se presenta de forma consistente en todas las especies domesticadas, lo que también fue mencionado por López (2012), quien no observó diferencias en la predominancia de la radícula (*beak*) entre las plantas domesticadas y las que tenían carácter de malezas, ya que pasaban de una ausencia total a una presencia total según la autora, diferenciándose de lo afirmado por Gremillion (1993). En una línea similar, López et al. (2015) argumentaron que la prominencia de la radícula no es un rasgo inequívoco de domesticación, ya que puede variar dentro de quinoa y especies afines, y está sujeta a factores postdeposicionales como la carbonización, que pueden afectar su conservación y visibilidad. Las autoras documentaron la variabilidad en el atributo en muestras arqueológicas recuperadas en contextos de almacenamiento y sugirieron que su uso debe ser complementario y no exclusivo para la identificación taxonómica. En este trabajo se considera este atributo como un indicador visualmente accesible, pero cuya interpretación requiere precaución. Se proponen cuatro

categorías de acuerdo a Gordon (2006): muy débil, débil, prominente y muy prominente.

4. Textura del pericarpio: refiere a la configuración superficial del pericarpio, determinada por la disposición y forma de las células más externas del fruto. Se describe como reticulada/alveolada en *Ch. quinoa*, mientras que es irregularmente punteada en *Ch. pallidicaule* (Bruno, 2005). También se indica una textura farinosa alveolada en *Ch. quinoa*, membranacea algo farinosa alveolada en *Ch. pallidicaule*, membranacea alveolada en *Ch. hircinum*, fina y de superficie granular en *Ch. pallidicaule*, papirácea con pelos de color ocre en *D. ambrosioides* y siempre papilosa en la región estigmática en *Ch. carnosulum* (Planchuelo, 1975; Giusti, 1997). La textura reticulada en ambas variedades de *Ch. quinoa* las distingue de otras especies del género (Curti y Bertero, 2021). Quinoa es el único caso de la subfamilia Chenopodioideae en donde ocurre una combinación de pericarpio del fruto con papilas prominentes en su superficie y una testa delgada clara (Sukhorukov y Zhang, 2013). En este trabajo se consideran las categorías: reticulada/alveolada y membranosa.

5. Color del pericarpio: de acuerdo a los nombres comunes aplicados a poblaciones modernas de quinoa, el color del pericarpio puede variar entre: traslúcido, blanco sucio, blanco opaco, crema, amarillo (o amarillo claro), amarillo dorado (o amarillo intenso), anaranjado rosado, variantes de rojo tales como el rojo bermellón y el guinda, café claro, café, café oscuro, gris, verdoso, púrpura y otros (Tapia y Fries, 2007; Biodiversity International, 2013; entre otros). Para la cuantificación del color en las *arqueoquinuas* se consideró el código de color RGB y la notación de Color de la Carta de Colores de Suelos de Munsell (Munsell Color, 2000) y se propusieron posibles equivalencias con las categorías de nombres comunes. También se indicó que el pericarpio era claro cuando su color era más claro que el del episperma y oscuro cuando el color del pericarpio era más oscuro que el del episperma.

6. Aspecto del pericarpio: este atributo tiene que ver con el brillo del pericarpio y comprende las variantes cenizo y sucroso (acaramelado) de acuerdo con Biodiversity International (2013).

7. Opacidad del pericarpio: hace referencia a la posibilidad de ver o no el color del episperma. En la taxonomía de Planchuelo (1975) es utilizado para la identificación de variedades, en donde *Ch. quinoa* var. *quinoa* presentaría un pericarpio

translúcido y la var. *melanospermum* uno opaco. Aquí consideramos las siguientes opciones: translúcido cuando es posible ver el color del episperma, semitranslúcido si se ve con dificultad solo en algunas partes del grano o desde algunos ángulos el color del episperma, y opaco cuando es imposible ver a través de él el color del episperma. Este atributo no ha sido considerado previamente para la descripción de las quinoas arqueológicas debido a que generalmente los carporrestos estudiados se encuentran carbonizados.

8. Textura del episperma: la observación de este atributo se ha presentado como un criterio útil para distinguir entre especies silvestres y domesticadas. Eisentraut (1998) y Bruno (2001, 2006) lo identificaron en la cuenca del Lago Titicaca, señalando que *Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* tiene una textura de testa reticulada mientras que la variedad *quinoa* tiene una testa lisa o levemente ondulada. Para Planchuelo (1975), el episperma es finamente rugoso, levemente alveolado o alveolado en el primer caso, y rugoso, ligeramente alveolado, en el segundo caso. Para Bruno (2005), en *Ch. pallidicaule* la textura sería acanalada y en *D. ambrosioides* foveada. Planchuelo (1975) describe una textura lisa o algo rugosa en el primer caso, lisa en el segundo, alveolada en *Ch. hircinum* con la presencia de finos canalículos notables entre los alvéolos, lo que implicaría una orientación lineal marcada en la textura del pericarpio, y lisa con finas rugosidades en *Ch. carnosulum*, siempre a un máximo de 50X. De este modo, se registra variación en la bibliografía en relación con la textura del episperma. Además, la apreciación varía dependiendo de la magnificación a la que se observa, recurriendo inclusive a la micrografía MEB para ello (por ejemplo, López et al., 2015; Fritz et al., 2017). Para poder registrarlo en la totalidad de los ejemplares en este caso las observaciones se realizaron entre 70X y 85X, un rango de magnificación en el cual las diferencias más finas de la configuración de la textura no se distinguen y, por ello, las variantes consideradas en este trabajo fueron lisa y rugosa. En función de esto, este rasgo se considera aquí como un carácter taxonómico complementario, más que definitorio.

9. Color del episperma: es propiamente el color del tegumento exterior de la semilla. Permite la identificación de variedades en los ejemplares modernos (Curti et al., 2012; Pando y Castellano, 2016) y varía de la siguiente manera de acuerdo a los criterios de nombres comunes: transparente

o translúcido (a través del cual pueden verse el perisperma y el embrión, siendo esta una variante exclusiva de la quinoa que correspondería a la opción incoloro), blanco, crema, café claro, café, café oscuro, café rojizo, variantes de negro como negro-marrón y negro-brillante, y otros (Tapia y Fries, 2007; Biodiversity International, 2013). Para su identificación en los ejemplares desecados se utilizaron los códigos RGB y la Carta de Colores de Suelos de Munsell (Qconv, 2019; Munsell Color, 2000) y se propusieron posibles equivalencias con las categorías de nombres comunes.

10. **Apariencia del episperma:** se vincula con la posibilidad de observar el brillo del tegumento. Para Planchuelo (1975), en *Ch. quinoa* var. *quinoa* sería translúcido siendo opaco su perisperma, en la var. *melanospermum* el episperma sería no translúcido algo brillante, en *Ch. pallidicaule* poco brillante o lustroso y en *Ch. hircinum* y *D. ambrosioides* brillante. Cabe destacar que el brillo de este atributo difiere de aquél referido por López et al. (2012) como rasgo del procesamiento culinario del preparado para “pitu”, donde un aspecto cristalino se ve acompañado por un aumento de tamaño producto del calor y una testa plegada, lo que le daría el aspecto perlado translúcido o vítreo típico del preparado para “pitu”. En este trabajo usamos las opciones brillante, algo brillante y opaco.

11. **Apariencia del perisperma:** esta variable se define para hacer referencia al tejido conocido como perisperma, cuya apariencia ha sido usada como criterio diagnóstico (e.g., López et al., 2015; Curti y Bertero, 2021). Es el tejido que constituye el principal reservorio de almidón en la semilla (Prego et al., 1998). En quinoa, este atributo puede tomar los valores de opaco o amiláceo y vítreo o semi-translúcido, este último caracterizado como ancestral (Hunziker, 1943a, 1952; Wilson, 1990; Curti y Bertero, 2021). Dentro del germoplasma nativo del actual territorio del NOA, semillas del primer tipo y de mayor tamaño son características de las quinoas de las tierras altas, mientras que las del segundo tipo se encuentran en los valles orientales (Curti y Bertero, 2021). *Ch. hircinum* y *Ch. pallidicaule* presentan una forma intermedia semi-amilácea, la var. *melanospermum* amilácea y *D. ambrosioides* vítreo, de acuerdo con la descripción de Planchuelo (1975). El perisperma semi-amiláceo también es llamado mixto y el amiláceo es referido como harinoso (López et al., 2015). Aquí se proponen las variantes harinoso, mixto y vítreo.

Atributos cuantitativos de los granos

La medición de estos atributos fue realizada sobre fotografías tomadas con microscopio óptico digital y procesadas con ImageJ®, excepto en el caso del espesor de la testa para lo cual se recurrió al microscopio electrónico de barrido.

1. **Diámetro del grano:** el diámetro máximo se mide en una vista cenital incluyendo el embrión, y corresponde al ancho máximo del grano. En muchos cereales domesticados ha habido una selección hacia granos de mayor tamaño. En el caso de *Ch. quinoa*, que es un pseudocereal, se ha propuesto que el incremento de este atributo es resultado del proceso de domesticación al comparar las semillas domesticadas tempranas con sus parientes silvestres (Bruno y Whitehead, 2003). No obstante, se trata de uno de los aspectos que más variaciones y superposiciones presenta. Bruno y Whitehead (2003) y Langlie (2019) señalaron que la quinoa domesticada arqueológica recuperada del Altiplano peruano-boliviano es más pequeña que la quinoa domesticada moderna. Esta evidencia sugiere que la quinoa aumentó en tamaño debido a presiones de selección en el largo plazo. Sin embargo, el panorama macrorregional de las *arqueoquinoas* indica una importante variación en este atributo, que se asociaría a una diversidad de prácticas de selección, manejo y uso de la planta a lo largo de los Andes en el pasado (Planella et al., 2014). También se aprecia variación en el diámetro de granos que corresponden a diferentes etnovariedades modernas de un mismo ecotipo y una misma área (López et al., 2015). Todo esto sugiere que debería esperarse variación en el diámetro de las semillas antiguas. Se conocen los rangos de diámetro máximo y mínimo de los granos modernos en milímetros para cada especie del género *Chenopodium* (e.g., Planchuelo, 1975; Giusti, 1997), pero existe una superposición significativa interespecífica e intravarietal en este atributo, lo que dificulta la identificación únicamente sobre la base de ese dato. Se propone, en consecuencia, su utilización conjuntamente con otros aspectos, tal como señalan López et al. (2015).

2. **Espesor del grano:** establece una medición del sector más abultado del perfil del grano en vista lateral, expresado en milímetros. Es un parámetro sujeto a similares variaciones que el diámetro y el área del grano y se propone el mismo tratamiento para todos ellos.

3. **Área del grano:** corresponde al área de la silueta definida por la vista superior de una de las

caras o lados del grano. Junto con el perímetro del grano, expresados en milímetros, complementan las medidas anteriores.

4. **Perímetro del grano:** refiere a la longitud del contorno del grano, expresada en milímetros.

5. **Ancho del embrión:** es medido en el extremo opuesto de la radícula sobre la vista lateral del grano, debido a que en los granos del género *Chenopodium* este elemento de la anatomía tiende a ser claramente visible. Se vincula con la configuración del margen, en donde los márgenes de tipo truncado y redondeado presentarán los mayores valores, y los que tienen banda ecuatorial o son biconvexos serán menores o difícilmente diferenciables.

6. **Redondez del grano:** es medido sobre la silueta en vista superior del grano y se basa en una comparación entre las longitudes mayores y menores proporcionada por el software ImageJ®, siendo el valor promedio de los radios menores con respecto al radio máximo de la figura.

7. **Espesor de la testa:** la medición del espesor de la testa se realiza a partir de micrografías obtenidas mediante Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) o Microscopía Óptica de luz transmitida, sobre cortes histológicos de semillas o en granos fracturados en donde la estructura del episperma está expuesta. Esta metodología implica generalmente la destrucción de los ejemplares, razón por la cual por lo general no se aplica a la totalidad de la muestra arqueológica por motivos de preservación del material. En este caso, el análisis del espesor de la testa se realizó sobre granos seleccionados según la variación del color del episperma.

En la bibliografía arqueológica el espesor de la testa ha sido considerado uno de los principales rasgos diagnósticos del proceso de domesticación, junto con índices que resultan de la combinación de este parámetro con el diámetro del grano, también usados para comparar quinoas arqueológicas y modernas (Bruno, 2005, 2006; López et al., 2015; Fritz et al., 2017; entre otros). No obstante, estudios recientes han relativizado el peso del espesor de la testa como un indicador absoluto (Langlie, 2019), dado que las quinoas que crecen bajo diferentes fotoperiodos presentan distintos espesores (Ceccato et al., 2011) al igual que ocurre en diferentes ecotipos y etnovariedades (López et al., 2015). Además, basándose en observaciones realizadas por Mueller (2017) en poblaciones asilvestradas de *Polygonum erectum*, Langlie (2019) planteó la posibilidad de

que la domesticación podría haber influido, más que en una reducción del espesor a una medida determinada, en una homogeneización del espesor, al contrario del asilvestramiento, cuando este atributo se torna heterogéneo, como parte de las estrategias de dormición de las semillas. Un estudio posterior publicado por Mueller y colaboradores (Belcher et al., 2023) permite repensar la interpretación del espesor de la testa en el género *Chenopodium*. Allí las autoras se refirieron a que el espesor fino de la testa no es exclusivo de las formas domesticadas, ya que mediante un experimento de jardín común y posterior carbonización de los granos de *Ch. berlandieri* Moq., pudieron observar que una testa delgada aparecía en un porcentaje entre 15% y 34% en poblaciones silvestres libres (*free-living*). En este sentido, también observaron que las plantas cultivadas (pero no domesticadas) producían más semillas con testa delgada, dando cuenta de la plasticidad del atributo que, de acuerdo con las autoras, cambia según las condiciones del entorno (en este caso el experimento), tal como lo había planteado Langlie (2019).

Procedimiento de análisis

Del total de granos (frutos y semillas) del género *Chenopodium* recuperados del nivel 2 del Alero 1 de Punta de la Peña 9 (N = 288), 212 estaban desecados y 67 presentaban algún grado de alteración por calor. Una parte de los granos desecados se destinaron a análisis moleculares (Winkel et al., 2018 y otros análisis actualmente en proceso) y a la datación por AMS del taxón; los 98 restantes -todos sin evidencia de termoalteración- fueron analizados para este trabajo. La selección de granos no termoalterados respondió al objetivo de evitar sesgos en atributos que pueden modificarse por la acción del calor, dado que autores como Aguirre et al. (2015), López (2012) y López et al. (2015) señalaron la ocurrencia de modificaciones debidas a este agente. La medición de la testa se realizó en cinco granos.

Los granos desecados fueron analizados bajo lupa de mesa de 2X y microscopio óptico digital NewVision G1200 con pantalla LED HD a distintos aumentos (entre 70X y 85X), y con él se tomaron las fotografías requeridas para el tratamiento informático. Este instrumento permitió la captura de imágenes con una profundidad de campo amplia. Para la medición del espesor de la testa en los ejemplares seleccionados se utilizó un microscopio

electrónico de barrido Carl Zeiss Sigma perteneciente al Laboratorio de Análisis de Materiales por Espectrometría de Rayos X (LAMARX, CONICET/UNC). Las muestras fueron previamente cortadas con bisturí para exponer la estructura interna del grano y recubiertas con oro. A cada ejemplar se le realizaron entre tres y cinco mediciones del tejido, con el objetivo de obtener un valor representativo del espesor de la testa, y minimizar posibles sesgos de lectura. Además, se realizó la medición del tegmen en aquellos ejemplares en los que este tejido pudo ser identificado con claridad.

Para la identificación de los carporrestos pertenecientes al género *Chenopodium* se utilizó la Colección de Referencia Experimental de *Chenopodium* 2023, Colección de Referencia de *Chenopodium* silvestres y cultivados modernos de Antofagasta de la Sierra (Catamarca, Argentina), ambas depositadas en ARQAND (FCN e IML, UNT), material correspondiente al Herbario Fanerogámico de la Fundación Miguel Lillo (LIL), ilustraciones consultadas en línea disponibles en el sitio web de JSTOR Global Plants (<http://plants.jstor.org>), Flora Fanerogámica Argentina y del Cono Sur (<http://www.floraargentina.edu.ar/>) y bibliografía agronómica, botánica y arqueobotánica del taxón discutida y reseñada en los apartados anteriores de la sección Metodología.

Los ejemplares desecados fueron individualizados con un código. Para su observación se ubicaron de manera individual en cajas de Petri de vidrio previamente esterilizadas y se colocó papel milimetrado para poder utilizar su escala. Se tomaron diferentes fotografías a distintos aumentos sobre las cuales se realizaron las observaciones y mediciones. Se relevaron los 11 atributos cualitativos (uno de ellos cuali-cuantitativo) y siete atributos cuantitativos descriptos anteriormente. Se indicó no visible cuando no fue posible observar el atributo porque el tejido estaba ausente, o bien porque las cubiertas seminales lo impedían, e indeterminado cuando el atributo estaba presente y era visible pero su estado era ambiguo.

Para la medición de los atributos cuantitativos se utilizó el software ImageJ®. Este programa de procesamiento de imágenes es de dominio público y fue desarrollado en Java por Wayne Rasband del National Institute of Health (Instituto Nacional de Salud) (Ferreira y Rasband, 2012). Para el análisis de los resultados se realizó el Test de Pearson.

En el caso del color, tanto del perisperma como

del episperma, se utilizó una herramienta de extracción de color (<https://qconv.com/es>) en formato RGB y su equivalente convertido en Colores Munsell. Esto se aplicó sobre las fotografías tomadas previamente.

RESULTADOS

Del total de los granos desecados analizados (n = 98), 5 (5,2%) presentaban el pericarpio cubriendo completamente la semilla, 87 (88,6%) lo conservaban en su mayor parte y los restantes 6 (6,2%) no presentaban restos de pericarpio (Figura 2).

Atributos cualitativos

Atributos relativos a la superficie de los granos

En el análisis de la **textura del pericarpio** (realizado en 92 granos), se identificó un predominio de la textura reticulada/alveolada (85,9%, n = 79), frente a la membranosa (13%, n = 12) (Tabla 2). Respecto al **color del pericarpio**, en la mayoría de los granos fue clasificado como claro (89,1%, n = 82), seguido por el de tipo oscuro (9,8%, n = 9) y casos no visibles (7,6%, n = 7) (Figura 2). El pericarpio claro tiene una coloración gris rosada (7,5 YR 7/2, RGB 194, 172, 156, *pinkish gray*), que podría corresponder a los nombres comunes “blanco sucio” o “blanco opaco”, siendo notablemente de un color más claro que el del episperma de las semillas; mientras que la variante de color oscuro comprende el marrón rojizo claro (5YR 6/4, RGB 178, 138, 114; *light reddish brown*), semejante a los nombres comunes “anaranjado-rosado” y “café claro”, correspondiendo a granos con una pigmentación más intensa que la de su correspondiente episperma.

Con respecto al **aspecto del pericarpio** (Tabla 2), se pudo apreciar en 79 granos, variando entre cenizo (53,06%, n = 52) y sucroso (27,55%, n = 27). En 19 granos (19,38%) este atributo no fue observable. Algunos ejemplares mostraron cobertura parcial del tegumento, lo que podría deberse tanto a procesos naturales de deterioro o decaimiento (Schiffer, 1987), como a efectos derivados de prácticas de poscosecha iniciales tales como el trillado, pisado, colado y venteado (López et al., 2012). Es relevante señalar que aún en estos granos la cobertura del pericarpio es significativa como para considerar un descascarillado y desaponificado por frotado,

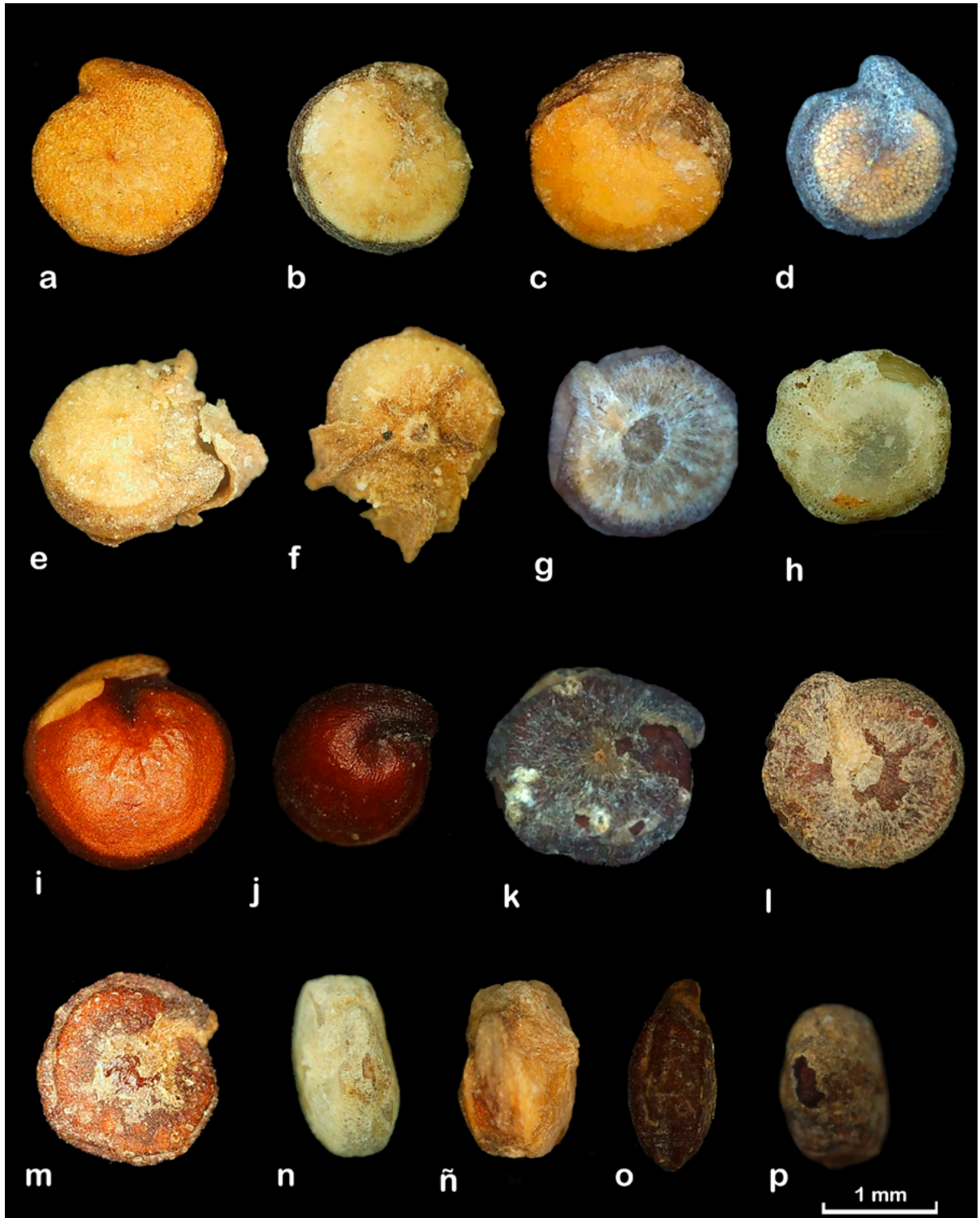


Figura 2. Ejemplares arqueológicos de quinoa del Alero 1, Punta de la Peña 9. a-h, n-ñ) Granos con episperma amarillo. a) Grano con pericarpio color oscuro de aspecto sucroso y de opacidad semitranslúcido. b-d) Granos con pericarpio translúcido y perisperma harinoso. d) Pericarpio reticulado/alveolado. e y f) Granos con perigonio. g y h) Granos con perisperma vítreo. i-m, o-p) Granos con episperma rojo. i.-j) Semillas con textura de episperma lisa y apariencia brillante. j) Semilla con pico prominente y forma lenticular. k-m) Granos con pericarpio de textura reticulada/alveolada, de opacidad semitranslúcida y pico muy prominente. n-p) Vista lateral de los granos. n-ñ) Granos de forma cilíndrica y configuración del margen truncado. o) Grano con forma elipsoidal. p) Grano con forma cilíndrica y configuración del margen redondeado.

lavado o pelado en artefactos de molienda. Además, el análisis no registró evidencias de termoalteración, por lo que se descarta la ocurrencia de prácticas de

desaponificación que involucran el tostado, como las registradas por López et al. (2012). La **opacidad del pericarpio** se describió en 92 granos (Tabla 2).

| Color de Episperma | Atributos del Pericarpio | | | | | | | | | Atributos del Episperma | | | | Perisperma | |
|--------------------|--------------------------|-----|-------|-----|---------|-----|----------|----------|----|-------------------------|-----|------------|-------|------------|------|
| | Textura | | Color | | Aspecto | | Opacidad | | | Textura | | Apariencia | | Apariencia | |
| | Ret/Alv | Mem | Claro | Osc | Sucr | Cen | Tra | Semi Tra | Op | Lisa | Rug | Op | Brill | Harin | Vitr |
| Amarillo | 39 | 1 | 32 | 8 | 6 | 27 | 27 | 13 | - | 39 | 1 | 37 | 2 | 31 | 10 |
| Rojo | 14 | - | 14 | - | 3 | 9 | 3 | 7 | 4 | 10 | 4 | 6 | 9 | - | - |
| Marrón | 10 | 1 | 11 | 1 | 4 | 7 | 5 | 6 | 1 | 13 | 3 | 5 | 10 | 3 | - |
| Negro | 13 | 10 | 23 | - | 14 | 9 | 9 | 10 | 4 | 9 | 9 | 15 | 4 | - | - |
| Totales | 76 | 12 | 80 | 9 | 27 | 52 | 44 | 36 | 9 | 71 | 17 | 63 | 25 | 34 | 10 |

Tabla 2. Cantidad de ejemplares del género *Chenopodium* según color episperma en los que se observaron los atributos. Ret/Alv: reticulada/alveolada. Mem: membranoso. Osc: oscuro. Sucr: sucroso. Cen: cenizo. Tra: translúcido. Semi Tra: semitranslúcido. Op: opaco. Rug: rugosa. Brill: brillante. Harin: harinoso. Vitr: vítreo.

Este atributo varía entre translúcido (47,8%, n = 44) y semitranslúcido (39,1%, n = 36) presentando frecuencias similares, mientras que la variante opaca (12%, n = 11) y los casos no observables (7,6%, n = 7) resultaron menos frecuentes (Figura 3).

La **textura y apariencia del episperma** se identificaron en 88 granos (Tabla 2). La **textura del episperma** presentó un marcado predominio de la variante lisa (80,7%, n = 71) frente a la rugosa (19,3%, n = 17). Por su parte, la **apariciencia del episperma** fue mayoritariamente de tipo opaca (71,6%, n = 63) en comparación con la textura brillante (28,4%, n = 25). En 10 granos (10,2% del total analizado) estos aspectos no pudieron registrarse debido al avanzado deterioro de los ejemplares.

La **apariciencia del perisperma** (Tabla 2) solo pudo ser observada en las semillas que habían perdido parcialmente el episperma (n = 44), o en aquellas cuyo color de episperma era lo suficientemente claro para permitir ver el atributo. En las semillas en las que sí se observó, 34 tenían perisperma harinoso (77,3%) y 10 semillas perisperma vítreo (22,7%). En los 54 granos restantes (61,4%) no se pudo observar este atributo.

El análisis de los **colores del episperma** en las semillas desecadas permitió identificar cuatro grupos principales, ordenados según su abundancia (Tabla 2). El grupo más numeroso corresponde a las semillas color amarillo (n = 42), cuyos matices varían entre 7,5Y 8/6 (RGB 236, 206, 113; *yellow*), 2,5Y 8.5/6 (RGB 244, 220, 136; *yellow*) y 7,5YR 7/10 (RGB 236, 160, 65; *light brownish gray*) en aquellas con perisperma harinoso, mientras que en las de perisperma vítreo los tonos oscilan entre 2,5Y 7/4 (RGB 194,173,125; *pale yellow*), 2,5GY

9/6 (RGB 246, 236, 151; *pale, light grayish olive*) y 2,5Y 7/8 (RGB 206,147,67; *light gray, pale yellow, o yellow*) (Figura 2). Este conjunto de colores amarillos se corresponde con lo que comúnmente se denomina como semillas claras o crema. En segundo lugar, están las semillas con episperma color negro (n = 23) cuyo color varía entre 10RP 2/2 y 5RP 2/1 (RGB 62, 43,48; 52,44,50 y 55, 41, 54; *red purple*) (Figura 3) y serían afines a los nombres comunes que aluden a variantes de negro como negro-marrón y negro-brillante. El tercer grupo en frecuencia lo constituyen las semillas de color marrón (n = 16) cuyos matices incluyen 10R 2/4 (RGB 75, 35, 29; *very dusky red*), 10R 2/6 (RGB 88,31,21; *dark red*) y 7,5R 2/8 (RGB 95,17,25; *dark red*), pudiendo corresponder a los nombres comunes café, café oscuro, café rojizo (Figura 3). Finalmente, el cuarto grupo está representado por semillas de episperma color rojo (n = 15), cuyas tonalidades abarcan desde 7,5R 4/12 (RGB 170,45,26), 7,5R 3/10 (RGB 135,28,26) hasta 7,5R 3/8 (RGB 126,42,36; *dark red*), que se encuentran agrupadas en la gama marrón rojizo oscuro (*dark reddish brown*) y el marrón rojizo (*reddish brown*) y serían afines a la denominación común marrón rojizo (Figura 2). Cabe destacar que en dos ejemplares no fue posible determinar el color del episperma debido a que este se encontraba completamente cubierto por un pericarpio opaco.

Atributos relativos a la morfología de los granos

El análisis de estos atributos describe a los granos en vista de planta y de perfil, detalladas oportunamente para cada caso.

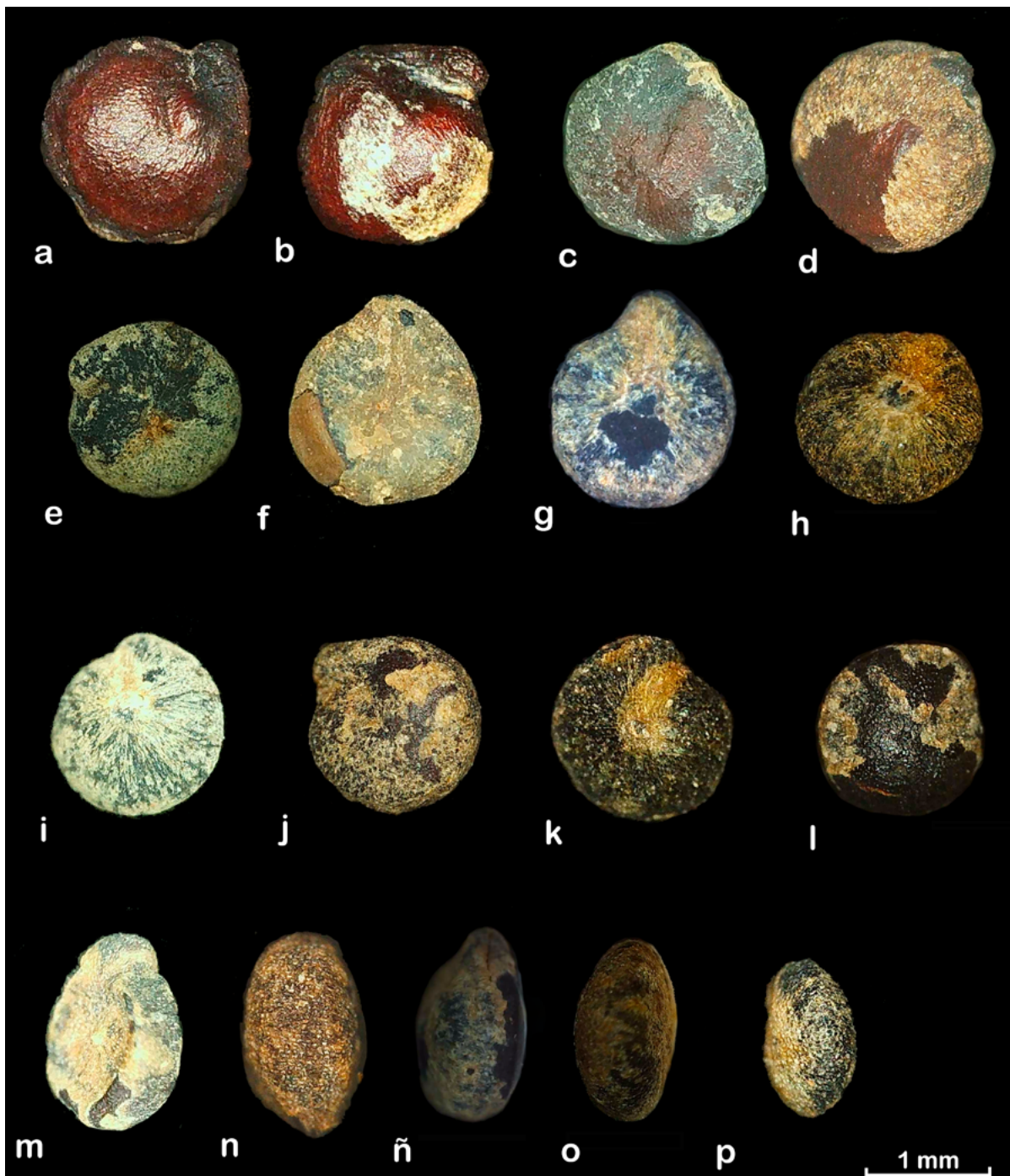


Figura 3. Ejemplares arqueológicos de quinoa del Alero 1, Punta de la Peña 9. a-d, m-n) Granos con episperma marrón. a) Semilla de textura lisa y brillante. b) Semilla con restos de perigonio con textura reticulada/alveolada con pico muy prominente. e-l, ñ-p) Granos con episperma negro. e) Grano con pericarpio de textura reticulada/alveolada. f-g) Granos de forma cilíndrica con picos prominentes. h) Pericarpio de aspecto sucroso. i) Grano con textura de pericarpio membranosa. l) Semilla con textura de episperma rugosa y pico muy débil. m-p) Vista lateral de los granos. m) Forma cilíndrica y configuración del margen truncado. n-p) Configuración del margen redondeado.

Con relación a la **forma del grano**, del total de granos analizados, la forma cilíndrica está representada por 78 ejemplares (79,59%), la forma elipsoidal por 16 granos (16,33%) y la forma lenticular por 4 casos (4,08%). Dentro de los ejemplares de forma cilíndrica encontramos 40 amarillos, 15 marrones, 13 rojos, 9

negros y 1 no visible. Aquellos con forma elipsoidal pertenecen a 13 granos negros, 1 rojo, 1 marrón y 1 no visible, mientras que los de forma lenticular están compuestos por 2 amarillos, 1 negro y 1 rojo.

Los granos con una **configuración del margen** truncado representaron el mayor porcentaje de la

muestra con 78 ejemplares (79,59%), seguidos por los de margen redondeado con 16 (16,33%) y los 4 con margen biconvexo (4,08%) (Figura 4a). Dentro de ellos encontramos que los granos con margen truncado comprenden 40 con episperma amarillo, 15 marrón, 13 rojo, 9 negro y 1 no visible. Los granos con margen redondeado están compuestos por 13 con episperma negro, 1 marrón, 1 rojo y 1 no visible. Por último, los que integran a los granos

con margen biconvexo son 2 granos con episperma amarillo, 1 negro y 1 rojo (Figura 4a).

En los granos analizados se encontró que el 40,6% del total de la muestra presentaba una **prominencia del pico** muy prominente, perteneciendo el 31,25% a los granos con episperma amarillo, el 5,21% a los granos con episperma rojo, el 2,08% a granos con episperma marrón y el mismo porcentaje a granos con episperma negro (Figura 4b). El

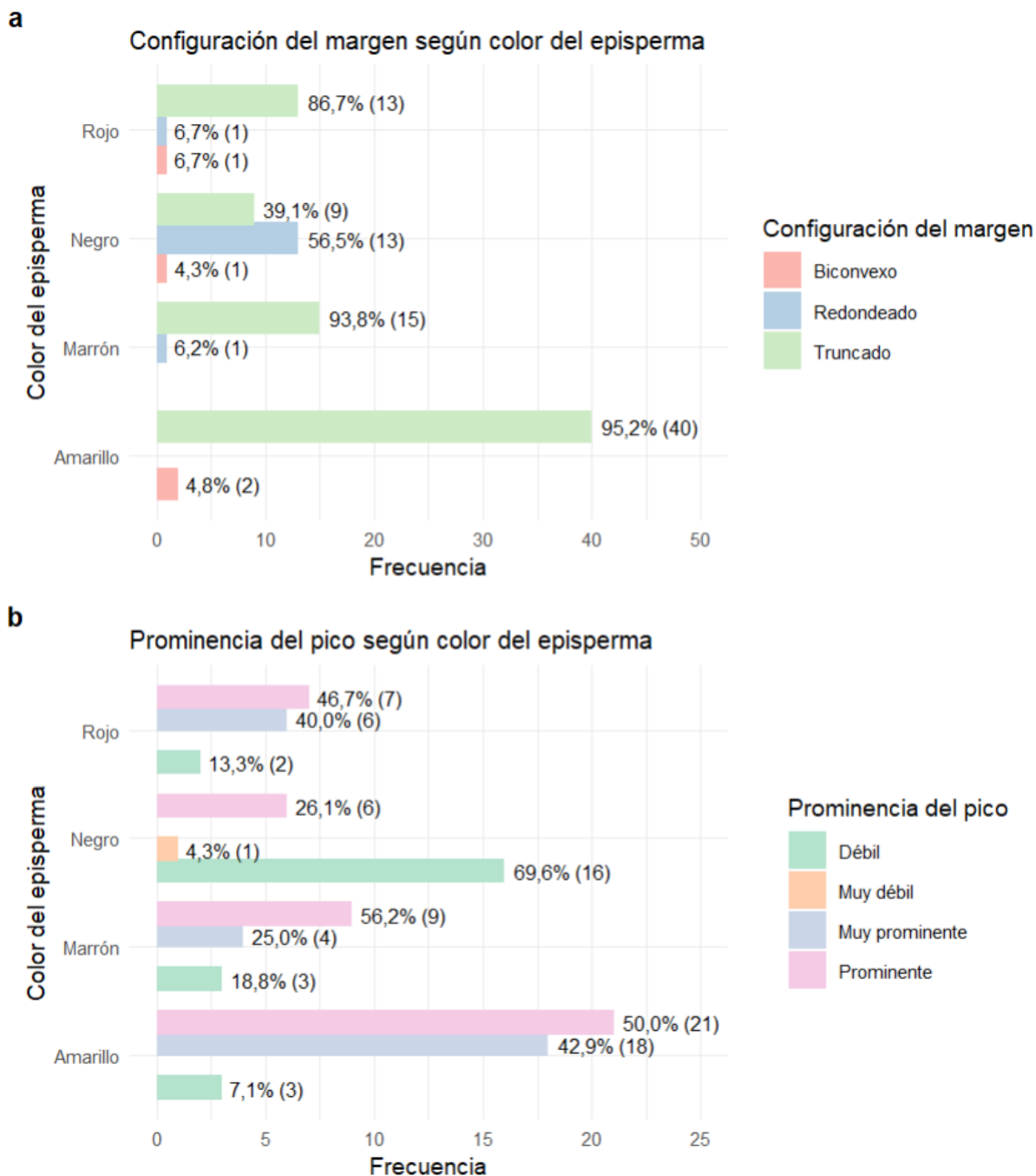


Figura 4. a) Distribución de los ejemplares del género *Chenopodium* analizados en función de la configuración del margen y el color del episperma. b) Distribución de los ejemplares de *Chenopodium* analizados en función de la prominencia del pico y el color del episperma.

porcentaje que continúa en jerarquía es el de picos prominentes con el 29,17% del total de la muestra; perteneciendo el 17,71% a episperma amarillo, el 7,29% a episperma rojo, el 3,13% a episperma negro y el 1,04% a episperma marrón. Así, cerca del 70% de los granos presentan picos muy prominentes y prominentes. Los valores nominales están expresados en la Figura 4b.

En el caso de granos con prominencia del pico débil, el porcentaje es similar al de picos prominentes, con un 28,13%. En este caso los granos con episperma marrón oscuro/negro son los que mayormente presentan esta característica, con el 17,71% del total de la muestra; le siguen los de episperma amarillo y rojo con el mismo porcentaje de 4,17% y, por último, los de episperma marrón con 2,08%. Para el atributo de granos con la prominencia del pico muy débil encontramos el mismo porcentaje de episperma marrón oscuro/negro y amarillo (1,04% cada uno, respectivamente).

Atributos cuantitativos

Los atributos cuantitativos **diámetro del grano, espesor del grano, ancho del embrión, perímetro**

del grano, área del grano y redondez del grano son presentados en la Tabla 3.

El **diámetro del grano** ha sido uno de los más relevantes para considerar la pertenencia de los ejemplares a un criterio taxonómico al igual que un indicador de la relación de domesticación. En la Figura 5 se puede ver la distribución de los diámetros en función del **color del episperma**. Los granos con episperma amarillo son los que presentan un mayor número de ejemplares, evidenciando una mayor variabilidad en los valores de sus diámetros y mayor rango intercuartílico (RIC). Esto se ve representado por una ligera asimetría negativa, o sesgada a la izquierda. Esta asimetría también se observa en los granos con episperma negro y rojo. Sin embargo, el RIC de estos dos últimos es menor. No obstante, en los granos de episperma amarillo, rojo y marrón se observa una similitud entre sus medias y medianas, siendo este valor superior al de los granos de episperma negro. Por último, los granos con episperma negro se presentan como un grupo mayoritario bien definido y contienen además un conjunto menor de granos muy grandes, que se escapan del conjunto principal.

| Atributos cuantitativos | Color episperma | Media | D,E | C,V | Mín | Máx |
|-------------------------|-------------------|-------|------|-------|------|-------|
| Diámetro | Amarillo (n = 41) | 1,76 | 0,27 | 15,29 | 1,21 | 2,32 |
| | Rojo (n = 15) | 1,72 | 0,19 | 11,1 | 1,29 | 2,04 |
| | Marrón (n = 16) | 1,77 | 0,16 | 9,25 | 1,4 | 1,99 |
| | Negro (n = 23) | 1,59 | 0,24 | 15,1 | 1,18 | 2,48 |
| Espesor | Amarillo (n = 41) | 0,88 | 0,19 | 21,56 | 0,52 | 1,47 |
| | Rojo (n = 15) | 0,8 | 0,22 | 27,96 | 0,48 | 1,08 |
| | Marrón (n = 15) | 0,7 | 0,18 | 25,15 | 0,48 | 0,98 |
| | Negro (n = 23) | 0,76 | 0,25 | 32,76 | 0,38 | 1,34 |
| Ancho del embrión | Amarillo (n = 41) | 0,47 | 0,13 | 26,99 | 0,22 | 0,9 |
| | Rojo (n = 12) | 0,5 | 0,15 | 30,55 | 0,23 | 0,74 |
| | Marrón (n = 12) | 0,37 | 0,08 | 20,42 | 0,27 | 0,46 |
| | Negro (n = 17) | 0,48 | 0,17 | 35,85 | 0,19 | 0,94 |
| Perímetro | Amarillo (n = 41) | 5,62 | 0,92 | 16,32 | 4,29 | 6,92 |
| | Rojo (n = 15) | 5,73 | 0,95 | 16,59 | 4,09 | 7,67 |
| | Marrón (n = 15) | 5,6 | 0,78 | 13,89 | 4,46 | 6,92 |
| | Negro (n = 23) | 5,64 | 1,39 | 24,67 | 3,77 | 10,08 |
| Área | Amarillo (n = 41) | 2,26 | 0,65 | 28,7 | 1,27 | 3,93 |
| | Rojo (n = 15) | 2,12 | 0,4 | 18,8 | 1,19 | 2,75 |
| | Marrón (n = 15) | 2,15 | 0,47 | 21,84 | 1,45 | 2,84 |
| | Negro (n = 23) | 1,88 | 0,67 | 35,5 | 0,96 | 4,56 |
| Redondez | Amarillo (n = 41) | 0,94 | 0,05 | 5,37 | 0,82 | 0,99 |
| | Rojo (n = 15) | 0,94 | 0,04 | 3,75 | 0,9 | 0,98 |
| | Marrón (n = 15) | 0,94 | 0,04 | 4,61 | 0,86 | 0,98 |
| | Negro (n = 23) | 0,95 | 0,06 | 6 | 0,79 | 0,99 |

Tabla 3. Síntesis de valores de los atributos cuantitativos considerados en los ejemplares de *Chenopodium* analizados.

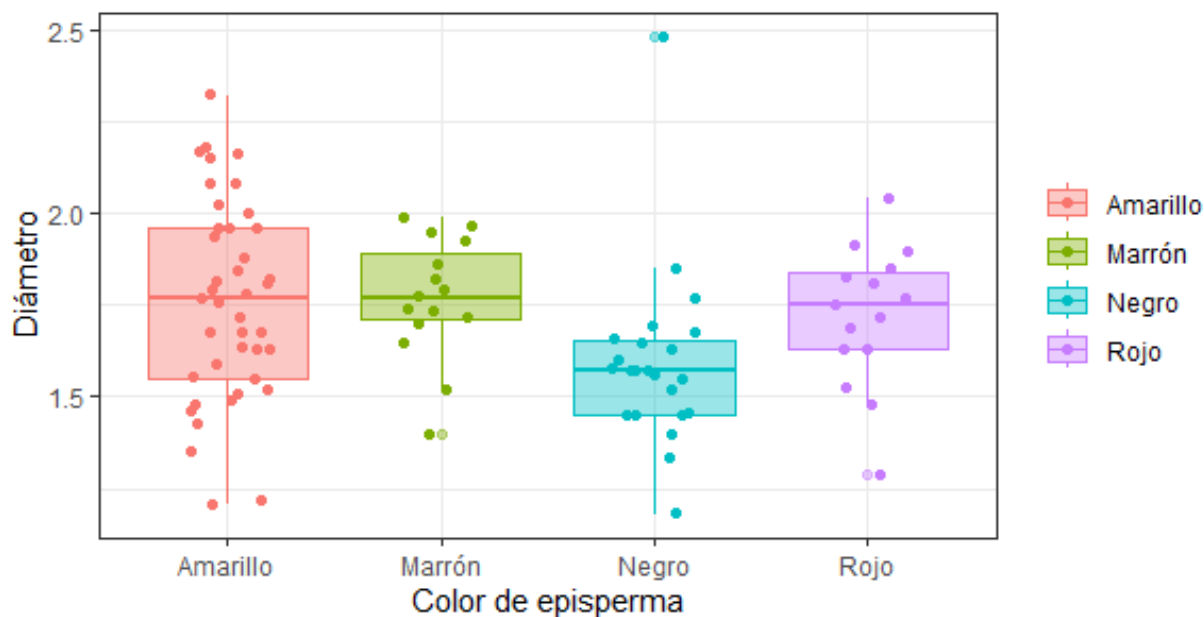


Figura 5. Distribución de los diámetros (expresados en mm) de los ejemplares del género *Chenopodium* analizados en función del color del episperma.

En términos generales, los granos de episperma negro se aprecian como un conjunto de ejemplares más pequeños, mientras que los amarillos se aprecian como un conjunto muy variable en su tamaño, al contrario de los grupos de granos rojos y marrones que se identifican por su tamaño más cercano a la media, es decir, que estos son más homogéneos en cuanto a su tamaño.

El **perímetro del grano** y el **área del grano** son dos atributos que se comportaron de manera similar al **diámetro del grano**.

En cuanto al **espesor** de los granos amarillos, presentaron en promedio su valor más alto, seguido de los rojos, luego de los negros y, por último, de los granos marrones. Este atributo puede verse afectado por la tafonomía y los procesos de deterioro o decaimiento natural como la desecación (Schiffer, 1987), por lo que consideramos oportuno tomarlo en relación con el **ancho del embrión**, y observar cuánto de éste se ve representado sobre el espesor total. En este sentido, observamos que en los granos amarillos el ancho del embrión representa el 53,41% del espesor total, en los rojos representa el 62,5%, en los marrones el 52,85% y en los negros el 63,15%. No obstante, este aspecto no pudo ser medido en todos los ejemplares (Tabla 3) debido al grado de deterioro, a la dificultad de su observación o, como fue en el caso de gran parte de los granos negros, por la imposibilidad de detectar el inicio y fin del embrión dado el color del episperma.

Para evaluar la relación entre los atributos cuantitativos se realizó un análisis de correlación de Pearson. Este reveló una asociación significativa entre el **diámetro** y el **área del grano** ($r = 0,88$, $p < 0,001$), por lo que se puede plantear que el área puede estimarse eficientemente a partir del diámetro. De manera similar, se observó una correlación fuerte entre el **perímetro** y el **área del grano** ($r = 0,85$, $p < 0,001$), así como entre el **diámetro** y el **perímetro del grano** ($r = 0,74$, $p < 0,001$), lo que indica una estrecha vinculación entre estas dos dimensiones. En contraste, la **redondez** no mostró correlaciones significativas con ninguna variable morfológica ($r < 0,15$, $p > 0,05$), sugiriendo que esta característica es independiente del tamaño. Finalmente, el **ancho del embrión** presentó correlaciones débiles con todas las variables cuantitativas ($r < 0,23$), indicando que su variabilidad no está explicada por las dimensiones del grano. Los resultados de este último atributo podrían estar sesgados al no incluir en el análisis a los ejemplares de episperma marrón y negro.

Con relación al **espesor de la testa**, los resultados muestran algunas diferencias según el color del episperma. El grano con episperma amarillo (Figura 6) presentó una media de $13,13\mu\text{m}$ (Figura 6.a.2), el de episperma rojo, $9,73\mu\text{m}$ (Figura 6.b.2) y el de color marrón, $10,66\mu\text{m}$ (Figura 6.c.2). En cuanto a los ejemplares con episperma negro, el ejemplar 1 alcanzó una media de $28,54\mu\text{m}$ (Figura 6.d.2), mientras que el ejemplar 2 mostró un valor menor, de $16,33\mu\text{m}$ (Figura 6.e.2). Cabe destacar que estas mediciones se

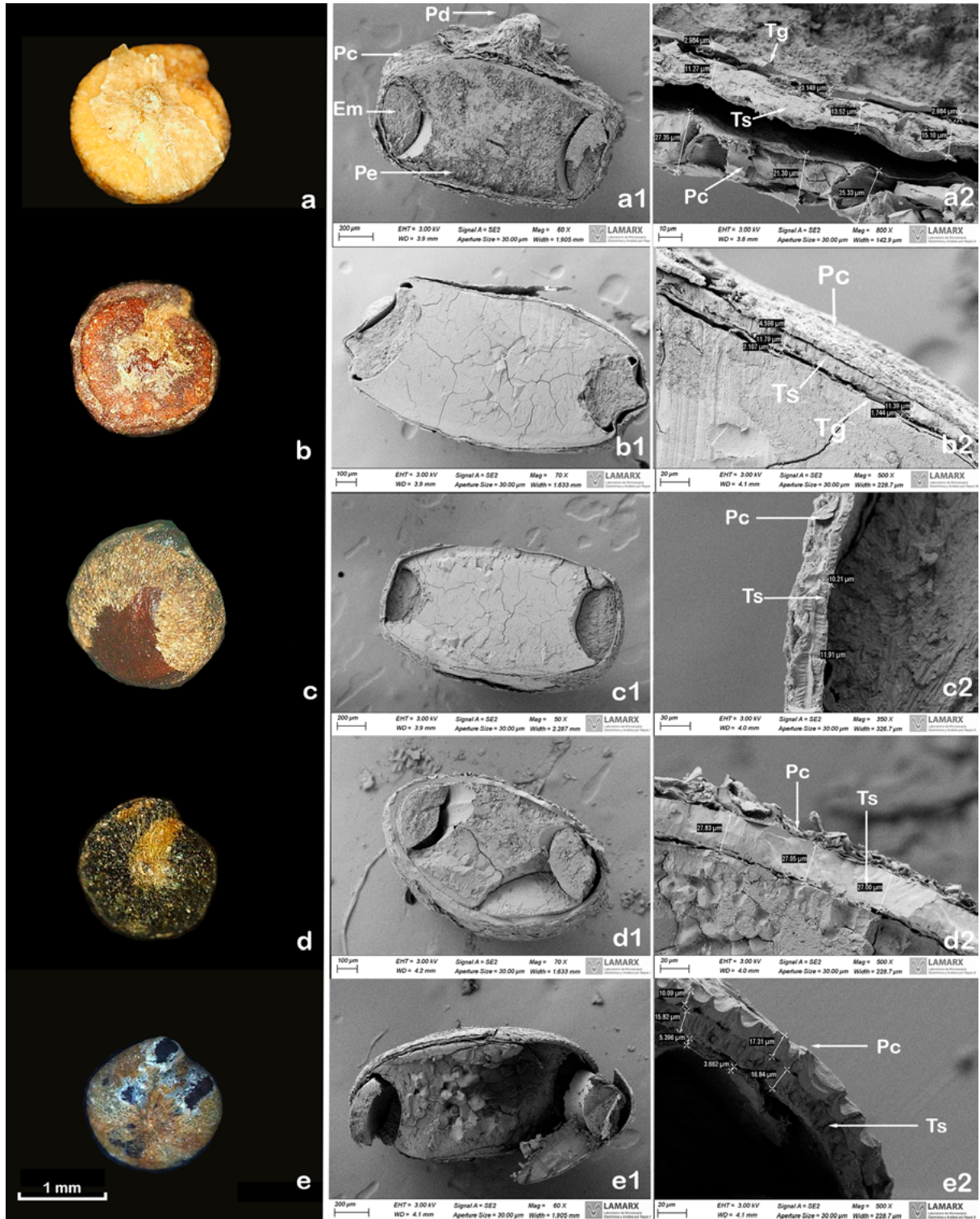


Figura 6. Ejemplares arqueológicos de *Chenopodium* del Alero 1, Punta de la Peña 9 analizados mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Cada fila representa un ejemplar distinto. Primera columna: vista general del grano seccionado. Segunda columna: imagen del corte en MEB. Tercera columna: detalle ampliado de los tejidos. a) *Chenopodium quinoa* var. *quinoa*. Grano con episperma amarillo y restos de perigonio y pedicelo. a1) Vista general del grano. a2) Detalle de los tejidos del grano. b) *Chenopodium quinoa* var. *quinoa*. Grano con episperma rojo. b1) Vista general del grano. b2) Detalle de los tejidos del grano. c) *Chenopodium quinoa* var. *melanospermum*. Grano con episperma marrón. c1) Vista general del grano. c2) Detalle de los tejidos del grano. d) cf. *Chenopodium hircinum*. Grano con episperma negro. d1) Vista general del grano. d2) Detalle de los tejidos del grano. e) *Chenopodium* con rasgos intermedios entre *Ch. quinoa* y cf. *Ch. hircinum*. Grano con episperma negro. e1) Vista general del grano. e2) Detalle de los tejidos del grano. Abreviaturas: Pd. Pedicelo. Pc. Pericarpio. Em. Embrión. Pe. Perisperma. Ts. Testa. Tg. Tegmen.

basan en un muestreo limitado, lo que restringe las posibilidades de generalizar los resultados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La caracterización morfométrica de los granos desecados del Alero 1 de PP9 permitió definir aspectos del fenotipo de las *arqueoquinoas* presentes en la Quebrada del Río Las Pitás, ca. 1518-1364 AP. El **color del episperma** se constituye como atributo destacable en primera medida, aunque no absoluto, dada su relevancia con relación al estado de domesticación, anteriormente discutida, y a la posibilidad excepcional de su observación en los ejemplares desecados. A partir de la separación por color, a continuación, fue evaluada la consistencia de los demás atributos.

Al analizar el conjunto, podemos observar que los granos con **color del episperma** amarillo, rojo y marrón presentan una considerable homogeneidad en relación con los atributos relativos a la forma (**forma del grano, configuración del margen, prominencia del pico y redondez del grano**), así como al considerar los atributos cuantitativos. Sin embargo, dentro de estos grupos se identificaron algunos ejemplares con valores extremos, como una prominencia de pico débil o diámetros muy pequeños, características que se yuxtaponen con lo esperado para granos silvestres. Esta variabilidad dentro de estos grupos de color claro se explicaría por la gran plasticidad adaptativa de las quinoas que también se manifiesta en las plantas modernas en variadas formas de la planta, las hojas y las panojas a nivel intraespecífico e intravarietal (Curti y Bertero, 2021)

Los granos con color de episperma negro muestran ciertas divergencias en algunos aspectos. Aunque la media de su diámetro es menor en términos generales, en este conjunto se incluyen ejemplares con características propias de granos domesticados, tales como aquellos con diámetros muy por encima de la media, con ejemplares con márgenes truncados y picos prominentes (Figura 4). Además, en términos de cantidad, estos granos ocupan el segundo lugar en prevalencia, después de los amarillos.

En función de estos resultados, los ejemplares se pueden agrupar en tres morfotipos que, de acuerdo a la distinción clásica conforme a la taxonomía del género *Chenopodium*, podrían corresponder a *Ch. quinoa* var. *quinoa*, *Ch. quinoa* var. *melanospermum* y cf. *Ch. hircinum* y en un conjunto

heterogéneo de formas intermedias que, en algunos casos, podrían consistir en híbridos entre los miembros del complejo conformado por quinoa y las ajaras.

Las quinoas (*Ch. quinoa* var. *quinoa*) corresponderían a granos de forma cilíndrica, con una textura del pericarpio en su mayoría reticulada/alveolada, con una configuración del margen truncado y con predominancia de picos prominentes o muy prominentes, según las variaciones de este atributo (Tabla 4). También se consideran en este grupo a los ejemplares que varían en algunos de los atributos mencionados por tener textura del pericarpio membranosa, prominencia de picos débiles o forma elipsoidal, pero aun así mantienen una mayor afinidad con la variedad domesticada cuando se los compara con el resto de los ejemplares del conjunto. Este grupo totaliza 53 ejemplares. Presenta una diversificación fenotípica que podría corresponder a la variación morfológica de la especie y variantes de quinoas o *arqueovarietades* de granos con color de episperma amarillo y rojo.

Bajo el concepto de *arqueovariedad* agrupamos a las variantes arqueológicas que forman parte de los conjuntos arqueobotánicos correspondientes a un determinado tiempo, lugar y conyuntura socioambiental a la que pertenecen como elementos bio-culturales distintivos y persistentes y que podrían tener o no una continuidad en variedades tradicionales o etnovarietades existentes en el presente. Serían grupos específicos de plantas cultivadas o manejadas en el pasado que comparten características distintivas (organolépticas, morfológicas, fisiológicas, citológicas, químicas u otras). Estas configuraciones podrían haber sido reproducidas manteniendo esos rasgos como resultado de procesos de selección y mejoramiento con distintos propósitos (agrícolas, culinarios, identitarios, rituales u otros). Este planteo retoma el concepto de variedad definido como una agrupación de plantas dentro de un mismo taxón botánico, caracterizado por la expresión reproducible de ciertos atributos distintivos. Una diferencia importante con las etnovarietades, es que estas responden a criterios propios de las y los agricultores que las producen y consumen (López, 2012; López et al., 2015). En cambio, la definición de las *arqueovarietades* se basa en principios usados por los investigadores, pudiendo, no obstante, considerar información etnohistórica, histórica, etnográfica y etnoarqueológica.

Ch. quinoa var. *melanospermum* comprendería granos con similares características que aquellos

| Atributo | <i>Ch. quinoa</i> var. <i>quinoa</i> | <i>Ch. quinoa</i> var. <i>melanospermum</i> | cf. <i>Ch. hircinum</i> | Formas intermedias | Jerarquía o relevancia |
|---------------------------|---|--|---|--|------------------------|
| Forma del grano | Cilíndrica | Cilíndrica | Elipsoidal, lenticular | Elipsoidal, lenticular, excepcionalmente cilíndrica | Alta |
| Configuración del margen | Truncado predominantemente | Truncado predominantemente | Redondeado | Redondeado | Alta |
| Prominencia del pico | Prominente o muy prominente predominantemente. Excepcionalmente débil | Prominente o muy prominente predominantemente | Débil, predominantemente | Prominente en granos con episperma negro | Alta |
| Textura del pericarpio | Reticulada/alveolada predominantemente, membranosa eventualmente | Reticulada/alveolada predominantemente, membranosa eventualmente | Reticulada/alveolada, membranosa | Reticulada/alveolada, excepcionalmente membranosa | Alta |
| Color del pericarpio | Claro predominantemente, oscuro en menor proporción | Claro predominantemente, oscuro eventualmente | Claro (marrón rojizo claro) | Claro | Media |
| Aspecto del pericarpio | Ceniciento, sucroso | Ceniciento, sucroso | Sucroso, ceniciento | Ceniciento, sucroso | Baja |
| Opacidad del pericarpio | Translúcido, semitranslúcido, opaco eventualmente | Translúcido, semitranslúcido, opaco eventualmente | Translúcido, semitranslúcido, opaco eventualmente | Translúcido, semitranslúcido, opaco eventualmente | Baja |
| Textura del episperma | Lisa | Lisa predominantemente, rugosa en menor proporción | Rugosa | Lisa en granos de episperma negro | Media |
| Color del episperma | Amarillo, rojo | Marrón, negro | Negro brillante | Rojo, marrón, negro | Alta |
| Apariencia del episperma | Brillosa, opaca | Brillosa, opaca | Opaca, brillante | Opaca, brillante | Baja |
| Apariencia del perisperma | Harinoso, vítreo | Harinoso | Semi-amiláceo, vítreo, harinoso (1) | Harinoso, vítreo, semi-amiláceo | Baja |
| Espesor de la testa | Episperma amarillo: Media (x) 13,30µm Episperma rojo: Media (x) 11,14 | Episperma marrón: Media (x) 10,66 | Episperma negro (ejemplar 1): Media (x) 28,54 | Episperma negro (ejemplar 2): Media (x) 16,33 | Alta |
| Diámetro del grano (2) | Valores comprendidos en la media y la SD de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media y la SD de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media y la SD de granos de episperma negro | Valores extremos en relación a la media y SD de granos de episperma negro (3) | Media |
| Espesor del grano | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma negro | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de los tres taxones | Baja |
| Área del grano | Valores comprendidos en la media y la SD de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma negro | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de los tres taxones | Media |
| Perímetro del grano | Valores comprendidos en la media y la SD de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma negro | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de los tres taxones | Media |
| Ancho del embrión | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma negro | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de los tres taxones | Baja |
| Redondez del grano | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma amarillo y rojo | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma marrón | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de episperma negro | Valores comprendidos en la media, la SD y el rango de granos de los tres taxones | Baja |
| Cantidad de ejemplares | 53 | 15 | 17 | 13 | - |

(1) Si bien se indican las opciones semi-amiláceo o vítreo en la bibliografía (Planchuelo, 1975; Curti y Bertero, 2021) en un único ejemplar cortado para la medición de la testa se pudo constatar la variante harinosa. (2) Por ejemplo, diámetros muy grandes en granos con episperma negro. (3) Este atributo es útil en la diferenciación entre *Ch. quinoa* (ambas variedades) y *Ch. hircinum* e híbridos en muestras grandes en los que puede establecerse una tendencia. Es ambiguo en granos aislados.

Tabla 4. Atributos presentes en *arqueoquinoas* altiplánicas de la Puna meridional argentina correspondientes al lapso 1518-1364 años AP.

incluidos en la variedad quinoa, con la diferencia del color del episperma marrón y/o negro (Tabla 4). También se consideran en este grupo a los ejemplares que varían en algunos de los atributos allí mencionados por tener textura del pericarpio membranosa, prominencia de picos débiles o márgenes redondeados, pero aun así mantienen una mayor afinidad con la variedad *melanospermum* cuando se las compara con el resto de los ejemplares del conjunto. Este grupo está compuesto por 15 ejemplares.

Por otro lado, aquellos ejemplares cuya forma es elipsoidal o lenticular, con texturas de pericarpio que varían entre membranosa y reticulada/alveolada, siendo éste claro (marrón rojizo claro), con márgenes redondeados y picos débiles y su color de episperma es negro y brillante y con textura rugosa (en los casos en los que estos dos últimos atributos son observables), corresponderían a cf. *Ch. hircinum* (Tabla 4). Este grupo está compuesto por 17 ejemplares.

Los granos con atributos intermedios son aquellos que presentan ambigüedad en cuanto a su pertenencia a los agrupamientos taxonómicos anteriores, por la combinación de sus atributos. Estas combinaciones tienen relevancia en función del conjunto analizado y darían cuenta de distintas causas vinculadas a la variación en los rasgos externos, debidas a la plasticidad de la especie y a la posibilidad de fecundación cruzada. Constituyen un grupo heterogéneo de 13 ejemplares (Tabla 4).

Ahora bien, tomando en cuenta los valores de **espesor de la testa** registrados en los ejemplares analizados (Figura 6), se aprecia que estos concuerdan con lo esperado para los agrupamientos propuestos, en donde los granos de *Ch. quinoa* (ambas variedades) presentan un menor espesor respecto de los granos de cf. *Ch. hircinum*. A su vez, los granos de episperma rojo y marrón presentan espesores similares entre sí y menores a los observados en el grano de episperma amarillo. Por su parte, el grano que podría corresponder a un ejemplar con atributos intermedios o híbridos (Figura 6e) tiene un espesor de testa ligeramente superior al resto de semillas correspondientes a *Ch. quinoa*, pero inferior al valor del grano identificado como cf. *Ch. hircinum* (Figura 6d). Esta forma intermedia corresponde a un grano de episperma negro con un espesor de testa relativamente delgado, pero que reúne una mayoría de atributos morfológicos afines a cf. *Ch. hircinum* (forma elipsoidal con pericarpio membranoso, sucroso, semi translúcido, episperma

rugoso y brillante, con un margen redondeado y prominencia de pico débil).

Ahora bien, es importante considerar que la apreciación del espesor de la testa debe ser analizada con relación al contexto específico de la muestra analizada, para comparar dos o más morfotipos de manera relativa, sin considerar umbrales de espesor absolutos o universales. Además, este atributo puede variar incluso dentro de un mismo taxón en una misma población o en poblaciones contemporáneas (López et al., 2015; Langlie, 2019; entre otros) y por esto no es posible extrapolar a toda la muestra las mediciones obtenidas en un grupo pequeño de ejemplares. No obstante, podría ser relevante para el análisis de muestras muy pequeñas o granos aislados.

Al considerar los morfotipos y su asignación taxonómica y en formas intermedias, desde los atributos morfométricos se define un continuo en los granos que encadena a los agrupamientos propuestos previamente y que se hace evidente en las yuxtaposiciones de los mismos. Por un lado, se pone en evidencia una variación al interior de cada entidad taxonómica mayor que la propuesta por los procedimientos dicotómicos que desafía su consideración como compartimentos estancos. Por otro lado, se aprecia en variables como el diámetro. Mientras que al considerar las medidas de tendencia central las quinoas (granos amarillos, rojos y marrones) presentan medias superiores a los granos negros, el rango de cada grupo de color se escapa de este análisis, mostrando valores extremos que transgreden lo esperado para los agrupamientos de carácter taxonómico.

Esto sería consistente con el manejo de un complejo silvestre/maleza/cultivado que resulta de permitir, al menos en alguna medida, el crecimiento de la planta domesticada (quinoa) junto a las adventicias (ajaras), incluyendo estas al antecesor silvestre de quinoa (*Ch. hircinum*), a una planta acompañante (la variedad *melanospermum*) y a los híbridos interespecíficos e intervarietales, de modo que parte de las plantas se cruzarán produciendo formas intermedias (Calo, 2010; Lema, 2014; Costa Tártara et al., 2015). De esta forma, el conjunto analizado podría resultar de la cosecha de múltiples entidades taxonómicas incluyendo a aquellas formas que no pueden ser adscriptas a un taxón en particular -trayendo a colación nuevamente lo sostenido por Ohri (2015)- que integran el continuo, sin distinción de su aspecto y origen; de lo que se

infiere una tolerancia hacia las formas adventicias en la parcela agrícola y un criterio común de tratamiento postcosecha.

Esta tolerancia se ha registrado como parte de las estrategias de cultivo actuales de la quinoa en los Andes, y es consistente con la cercanía genética observada por Winkel et al. (2018) en los granos claros y oscuros del conjunto del Alero 1 y los demás sitios estudiados en ese trabajo. Así, por ejemplo, Mujica (2004, p.28-29) sostiene que existen "(...) poblaciones silvestres cercanas a las poblaciones domesticadas bajo cultivo, observándose similitudes morfológicas y electroforéticas entre unas y otras en cada localidad, lo que indica que las quinas domesticadas están generalmente acompañadas por las poblaciones silvestres". Este autor ha observado cruzamientos naturales entre *Ch. quinoa* var. *quinoa* y *Ch. hircinum* y entre quinoa y *Ch. quinoa* var. *melanospermum* cuando están juntas en los campos. Los agricultores las eliminan antes de la floración para evitar cruzamientos que producirán semillas negras en las panojas blancas, o bien pueden cultivar y cuidar a la variedad *melanospermum* en cuyo caso se obtienen producciones similares a quinoa. Pero más significativamente, este autor indica que "(...) se cultivaba la planta alimenticia junto a sus ancestros y parientes silvestres, los cuales también eran utilizados como alimento o como medicina. El cruzamiento, introgresión y posterior selección permitía obtener plantas con otras características sobresalientes" (Mujica, 2004, p.31-32).

Investigaciones precedentes han observado y recomendado que los ejemplares arqueológicos que corresponden al complejo de la quinoa deben ser analizados a partir de un conjunto de atributos descriptivos (López, 2012; López et al., 2015; Fritz et al., 2017), y que ningún atributo morfológico por separado tiene la capacidad de diferenciar a las entidades taxonómicas que integran dicho complejo. No obstante, ciertos atributos resultan más informativos en un tratamiento de conjunto que otros. Este trabajo se inscribe en la misma línea. Así, a partir del análisis inicial de un conjunto amplio de descriptores externos que fue complementado y confrontado con la medición del espesor de la testa en ejemplares seleccionados, en granos desecados se propone el uso combinado y flexible de la **forma del grano**, la **textura del pericarpio**, la **configuración del margen**, la **prominencia del pico** y el **color del episperma** para la asignación de las entidades taxonómicas y formas intermedias del complejo de la quinoa. De los atributos descriptos, estos resultaron

significativos al ser usados de manera conjunta para diferenciar entre morfotipos, de acuerdo a lo establecido en trabajos previos (López et al., 2015; Fritz et al., 2017; entre otros), y podrían ser considerados como atributos de mayor jerarquía. López (2012) y López et al. (2015) descartan a la **prominencia del pico** como un atributo significativo por variar en su expresión tanto en ejemplares considerados como *Ch. quinoa* var. *quinoa* como en otros englobados bajo la categoría de ajaras. No obstante, aquí se propone que en ejemplares desecados en los que el color y otros atributos complementarios pueden ser relevados de manera conjunta, el pico resulta un buen indicador complementario de las especies silvestres (mayormente con picos débiles) y de las dos variedades de *Ch. quinoa* del complejo (mayormente con picos prominentes o muy prominentes), así como de posibles formas intermedias (cuando el pico presenta valores no esperados en granos que por otros atributos pueden asignarse a los taxones del complejo; por ejemplo, granos con pico prominente, diámetro pequeño y/o color de episperma negro).

Otros atributos podrían ser considerados como de jerarquía intermedia por su menor capacidad diferenciadora, siempre en un análisis de conjunto de rasgos: **color del pericarpio**, **textura del episperma**, **diámetro del grano**, **área del grano** y **perímetro del grano**. Como fuera señalado por López et al. (2015), la **textura del episperma** es un atributo que cobra valor al observar a los granos a un aumento máximo de 60X, cuando los ejemplares de *Ch. quinoa* var. *quinoa* lucen lisos. Ahora bien, en las observaciones realizadas en este trabajo, los granos de la variedad *melanospermum* también presentaron la variante lisa en este atributo; y los asignados a cf. *Ch. hircinum* se diferenciaron claramente al mostrar una textura rugosa y, por lo tanto, permitieron diferenciar a las dos variedades de quinoas de la planta silvestre antecesora. Debido a la relación geométrica entre el diámetro, el área y el perímetro, se propone que, en el caso de granos desecados, es suficiente la medición del **diámetro del grano**.

Los restantes atributos, **aspecto del pericarpio**, **opacidad del pericarpio**, **apariencia del episperma**, **apariencia del perisperma**, **espesor del grano**, **ancho del embrión** y **redondez del grano** no contribuyeron a reforzar los agrupamientos sugeridos por los atributos de mayor jerarquía, principalmente por la dificultad de su medición por decaimiento o por la inaccesibilidad de los tejidos debido a los recubrimientos del grano, pero también por su

ambigüedad o transversalidad en relación con esos agrupamientos, como en el caso del **espesor** y la **redondez del grano**. No obstante, complementan la descripción detallada de los ejemplares cuando pueden ser relevados. La **apariencia del perisperma** vítrea o semi-amilácea suele ser considerada como una característica propia de especies silvestres en ambos casos y en el caso del tipo vítreo, de las denominadas quinoas del nivel del mar y de ciertos ecotipos presentes en el territorio argentino (e.g., Planchuelo, 1975; Curti y Bertero, 2021). No obstante, granos con perisperma vítreo asignables a *Ch. quinoa* se encuentran en los conjuntos puneños estudiados en este trabajo y, al menos en un caso, se pudo observar perisperma harinoso en un ejemplar afín a cf. *Ch. hircinum* que fue cortado para la medición de la testa (Figura 6d). A esto se suma la dificultad de caracterizar el perisperma en los granos arqueológicos que presentan episperma y, más aún, pericarpio.

Con respecto al **diámetro de los granos**, si bien es una medida empleada en estudios morfológicos, presentó valores superpuestos entre los grupos propuestos, lo que limitó su capacidad diagnóstica en este caso en particular. Sin embargo, al considerar parámetros estadísticos del conjunto como la media y el desvío estándar resultó valioso para describir tendencias generales. Esto es relevante para el estudio del material carbonizado, en donde el color no es medible, dado que semillas carbonizadas con episperma original amarillo o rojo y diámetros pequeños tenderían a ser asignadas como la variedad *melanospermum*. Por el contrario, semillas carbonizadas con episperma negro o marrón original y diámetros grandes tenderían a ser asignadas como la variedad *quinoa*.

Ahora bien, la observación del **aspecto del pericarpio** puede verse dificultada por el proceso de decaimiento de los granos que determina que este atributo se presenta de manera ambigua en los ejemplares arqueológicos. Esto se debe al deterioro de los tejidos por cambios químicos o físicos en la superficie de los granos que ocurren naturalmente por procesos como la meteorización o la fricción con el sedimento, entre otros (Schiffer, 1987), y pueden llevar a una pérdida del brillo. Cambios en el aspecto del pericarpio, su completitud y color también pueden estar vinculados a prácticas de postcosecha (López, 2012). Por este motivo se decidió registrarlo, pero se propone no considerarlo como un atributo diagnóstico.

La **apariencia del episperma**, así como otros atributos de este tejido (**textura del episperma** y **color del episperma**) solo fueron posibles de observar en las semillas que se presentaban desnudas o que habían perdido parcialmente el pericarpio. De todas maneras, se considera que la apariencia también puede verse afectada por el deterioro natural, por ejemplo, por procesos de meteorización y subfosilización y otros comentados previamente en relación con la **apariencia del pericarpio**. Si bien, de acuerdo con Planchuelo (1975), el **color** frecuentemente cambia con el estado de madurez de la semilla y tiende a oscurecerse con el tiempo, cuando este atributo es observable (en materiales desecados o parcialmente termoalterados) es de importancia taxonómica. En cuanto a la **apariencia del perisperma**, solo pudo ser observada en un número muy pequeño de ejemplares que habían perdido parcialmente el episperma. Por lo tanto, si bien sería aconsejable registrar el **aspecto del pericarpio**, **apariencia del episperma** y **apariencia del perisperma** cuando esto es posible, para una descripción más completa de los ejemplares, y por su potencial para la definición de *arqueovariedades*, se aconseja considerarlas con prudencia al menos en una base cuantitativa, dado el posible sesgo por deterioro. No obstante, cuando es posible observar la **apariencia del perisperma**, sobre una base cualitativa, permite indicar la presencia de las formas denominadas arcaicas por presentar perisperma vítreo.

A través de las variables cualitativas y cuantitativas estudiadas es posible proponer que el taxón domesticado formaba parte de la culinaria de las sociedades agropastoriles puneñas que ocuparon el sitio, y nos permite visualizar la hipótesis de estrategias de planificación de siembra, cosecha y recolección, fomento y cuidado del cultivo, en línea con lo que propone Lema (2014). Estas serán objeto de mayor exploración en el futuro teniendo en cuenta el conjunto completo de restos del taxón del sitio.

Se considera que las *arqueoquinoas* desecadas constituyen una base de referencia más próxima para el análisis del material carbonizado del complejo de la quinoa que los ejemplares modernos, los que se usan normalmente como parámetro para la identificación taxonómica de los restos arqueobotánicos, debido a los diferentes criterios de selección que han operado sobre estos taxones con el paso del tiempo. En este sentido, por ejemplo, Langlie (2019) sostiene que el logro de granos de gran tamaño sería un fenómeno relativamente reciente y el resultado de un proceso largo en el

tiempo. Aún en el material antiguo se registran variantes que responderían a diferentes trayectorias de las quinoas en los Andes (López et al., 2015); por ello, caracterizar a conjuntos análogos de diferentes áreas se vuelve relevante. De este modo, el estudio del material desecado constituye un insumo para ir conformando corpus de datos y estándares más afines a las lógicas prehispánicas y las variantes regionales.

Así, el estudio de casos como el del Alero 1 del sitio PP9 se vuelve relevante para comprender mejor la historia temprana de estas plantas en la porción meridional de los Andes Centro-Sur.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco de una Beca Doctoral de la Agencia I+D+i y de una Beca Doctoral CONICET otorgadas a G. Cardozo; de los Proyectos PIP-CONICET 1423 (Dir. P. Babot), FONCyT-PICT 3049 (Dir. S. Hocsman) y PIUNT G/707 (Dir. P. Babot/S. Hocsman); y con el apoyo de los pobladores de Antofagasta de la Sierra. Parte del material de referencia usado en la investigación se produjo en una estancia de G. Cardozo en la Facultad de Ciencias Naturales (UNSa), bajo la dirección del Dr. Ramiro Curti, en el marco del Programa de Movilidad Federal de la Agencia I+D+i. Igualmente, agradecemos el apoyo brindado por el Herbario Fanerogámico de la Fundación Miguel Lillo (Dir. Dra. Nora Maidana). También, las sugerencias técnicas proporcionadas por el Dr. Oscar Estrada para el tratamiento cuantitativo del color y la colaboración de la Arqla. N. Micaela Medina Reguilón en la recuperación de las muestras. A los/las evaluadores/as por sus comentarios y observaciones sobre el trabajo.

REFERENCIAS CITADAS

- Aellen, P. y Just, T. (1943). Key and synopsis of the American species of the genus *Chenopodium* L. *American Midland Naturalist*, 30(1), 47–76.
- Aguirre, M. G., Bertelli, A., Alarcón, A., Domínguez, M., Campy, A., Carrasco, F., Argañaraz, G. y Borsella, F. (2015). Efectos de la temperatura sobre las características físicas de granos actuales de *Chenopodium quinoa* Willd (quínoa). *Boletín de Arqueología Experimental*, 10, 13–26. <https://doi.org/10.15366/baexuam2015.10.002>
- Amuedo, C. (2021). *El simple verdor de la vida: Relaciones entre humanos, plantas y otras entidades en el universo prehispánico de diaguitas e inkas en el valle Calchaquí Norte* [Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina].
- Arreguez, G. A., Oliszewski, N. y Martínez, J. G. (2021). *Chenopodium quinoa* Willd. en la Quebrada de Los Corrales (Tucumán, Argentina): una tradición de tres mil años (ca. 3800–630 a.p.). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología, Número especial*, 275–298.
- Asch, D. L. y Asch, N. B. (1985). Prehistoric plant cultivation in west-central Illinois. En R. I. Ford (Ed.), *Prehistoric food production in North America* (pp. 149–203). University of Michigan, Museum of Anthropology.
- Babot, M. P. y Hocsman, S. (2017). Quinoa A millenary grain in Northern Argentina. En H. Selin (Ed.), *Encyclopedia of the history of science, technology, and medicine in non-western cultures* (pp. 3668–3682). Springer.
- Belcher, M. E., Williams, D. y Mueller, N. G. (2023). Turning over a new leaf: experimental investigations into the role of developmental plasticity in the domestication of goosefoot (*Chenopodium berlandieri*) in eastern North America. *American Antiquity*, 88(4), 1–16. <https://doi.org/10.1017/aaq.2023.54>
- Biodiversity International (2013). *Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*. Biodiversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia. Recuperado de <https://www.fao.org/4/aq658s/aq658s.pdf>.
- Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon*, 51(1), 337–360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
- Bruno, M. C. (2001). *Formative Agriculture? The Status of Chenopodium Domestication and Intensification at Chiripa, Bolivia (1500 B.C.-100 B.C.)* [Tesis de Maestría, Washington University in Saint Louis, Missouri, Estados Unidos].
- Bruno, M. C. (2005). ¿Domesticado o silvestre? Resultados de la investigación de semillas de *Chenopodium* Chiripa, Bolivia (1500–100 a.C.). *Textos Antropológicos*, 15(2), 39–50.

- Bruno, M. C. (2006). A morphological approach to documenting the domestication of *Chenopodium* in the Andes. En M. A. Zeder, D. G. Bradley, E. Emshwiller y B. D. Smith (Eds.), *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms* (pp. 32-45). University of California Press.
- Bruno, M. C. y Whitehead, W. T. (2003). *Chenopodium* cultivation and Formative period agriculture at Chiripa, Bolivia. *Latin American Antiquity*, 14(3), 339-355. <https://doi.org/10.2307/3557565>
- Calo, C. M. (2010). *Plantas útiles y prácticas cotidianas entre los aldeanos al sur de los Valles Calchaquíes (600 a.C. - 900 d.C.)* [Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina].
- Ceccato, D., Bertero, D. y Batlla, D. (2011). Fuentes de tolerancia al brotado pre-cosecha en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): Efecto de las condiciones ambientales sobre el nivel de dormición. *Análisis de Semillas*, 5(17), 50-55.
- Costa Tártara, S. M., Manifesto, M. M., Curti, R. N. y Bertero, H. D. (2015). Origen, prácticas de cultivo, usos y diversidad genética de quinua del Noroeste argentino (NOA) en el contexto del conocimiento actual del germoplasma de América del Sur. En P. Cruz, R. Joffre y T. Winkel (Eds.), *Racionalidades campesinas en los Andes del Sur. Reflexiones en torno al cultivo de la quinua y otros vegetales andinos* (pp. 199-230). Edunju.
- Cuello, A. S. (2006). *Guía ilustrada de la flora de Antofagasta de la Sierra-Catamarca (Puna Meridional Argentina)* [Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina].
- Curti, R. N., Andrade, A. J., Bramardi, S. J., Velásquez, B. y Bertero, H. D. (2012). Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from northwest Argentina. *Annals of Applied Biology*, 160(2), 114-125.
- Curti, R. N. y Bertero, H. D. (2021). Botanical context for domestication in South América. En S. M. Schmöckel (Ed.), *The quinoa genome* (pp. 13-32). Springer.
- Eisentraut, P. (1998). *Macrobotanical Remains from Southern Peru: A Comparison of Late Archaic-Early Formative Period Sites from the Puna and Suni Zones of the Western Titicaca Basin* [Tesis de Doctorado, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara, Estados Unidos].
- Ferreira, T. y Rasband, W. (2012). ImageJ User Guide. IJ146r. <http://imagej.nih.gov/ij/docs/guide>.
- Fritz, G. J., Bruno, M. C., Langlie, B. S., Smith, B. D. y Kistler, L. (2017). Cultigen Chenopods in the Americas: A Hemispherical Perspective. En M. P. Sayre y M. C. Bruno (Eds.), *Social Perspectives on Ancient Lives from Paleoethnobotanical Data* (pp. 55-75). Springer.
- Giusti, L. (1997). Chenopodiaceae. *Flora Fanerogámica Argentina*, 40, 1-52.
- Gordon, A. G. (2006). *Domesticated Chenopodium in North America: Comparing the past and the present* [Tesis de Doctorado, Washington University, St. Louis, USA].
- Grana, L., Tchilinguirian, P., Olivera, D. E., Laprida, C. y Maidana, N. I. (2016). Síntesis paleoambiental en Antofagasta de la Sierra: heterogeneidad ambiental y ocupaciones humanas en los últimos 7200 años cal AP. *Intersecciones en Antropología*, 4, 19-32.
- Gremillion, K. J. (1993). The evolution of seed morphology in domesticated *Chenopodium*: An archaeological case study. *Journal of Ethnobiology*, 13, 149-169.
- Hocsman, S. y Babot, P. (2023). La noción de rizoma como perspectiva acerca del tránsito de cazadores-recolectores a sociedades agro-pastoriles en Antofagasta de la Sierra (Catamarca). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 48 (Número especial 1), e045.
- Hunziker, A. T. (1943a). Granos hallados en el yacimiento arqueológico de Pampa Grande (Salta, Argentina). *Revista Argentina de Agronomía*, 10, 146-154.
- Hunziker, A. T. (1943b). Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de América. *Revista Argentina de Agronomía*, 10, 297-354.
- Hunziker, A. T. (1952). *Los Pseudocereales de la Agricultura Indígena de América*. Acme Agency.
- Izquierdo, A. E., Cuello, A. S., Carilla, J. y Vaieretti, M. B. (Eds.) (2022). *Guía de Plantas de Vegas de Antofagasta de la Sierra. Ecología y Conocimiento Local*. Programa de Humedales Naturales Altoandinos (PHUNA), IMBIV-CONICET/UNC, IER-CONICET/UNT, IBIOFIV-CONICET/UNT.
- Kligman, D. M., Favier Dubois, C. M., Babot, P., Hocsman, S., Ambrústolo, P., Carrera, M.,... Carbonelli, J. P. (2021). Estudio geoarqueológico del desarrollo de aleros y cuevas en diferentes regiones y contextos geológicos de la Argentina II: Preservación de materiales orgánicos en sus rellenos. *Revista del Museo de La Plata*, 6(2), 295-316. <https://doi.org/10.24215/25456377e154>

- Langlie, B. S. (2019). Morphological analysis of Late Pre-Hispanic Peruvian *Chenopodium* spp. *Vegetation History and Archaeobotany*, 28(1), 51-63. <https://doi.org/10.1007/s00334-018-0677-8>
- Langlie, B. S., Hastorf, C. A., Bruno, M. C., Bermann, M., Bonzani, R. M. y Castellón Condarco, W. (2011). Diversity in Andean *Chenopodium* domestication: Describing a new morphological type from La Barca, Bolivia (1300–1250 B.C.). *Journal of Ethnobiology*, 31(1), 72-88. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-31.1.72>
- Lema, V. S. (2014). Boceto para un esquema: domesticación y agricultura temprana en el Noroeste argentino. *Revista Española de Antropología Americana*, 44(2), 465-494. https://doi.org/10.5209/rev_REAA.2014.v44.n2.50726
- Lema, V. S. (2023a). De plantas, animales, minerales y soplos: implementos para tabaco y cebil en Pampa Grande, Salta, Argentina (0-1000 DC). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 28(1), 169-193. <http://dx.doi.org/10.56522/bmchap.0040010280003>
- Lema, V. S. (2023b). Primeros entierros y primeros cultivos en el Valle Calchaquí: Los inicios del Holoceno y del primer milenio en el sitio Puente del Diablo (SSalLap20). *Latin American Antiquity*, 34(3), 477-496. <https://doi.org/10.1017/laq.2022.28>
- Lema, V. S. (2025). Archaeological Remains and Management Practices: Domesticated Plants, Weeds, and Crops in the Pre-Hispanic Past of Northwestern Argentina. En A. Casas, N. Peroni, F. Parra-Rondinel, V. Lema, X. Aguirre-Dugua, E. Arévalo-Marín, H. Alvarado-Sizzo y J. Blancas (Eds.), *Biodiversity Management and Domestication in the Neotropics* (pp. 1-23). Springer.
- Longo, A. y López, M. L. (2025). Una cocina para el procesamiento de *Chenopodium quinoa* Willd. en el poblado alto del Pucará El Carmen 1, Tucumán, Argentina (ca. 1200-1450 dC). *Latin American Antiquity*, 36(3), 772-791. <https://doi.org/10.1017/laq.2024.21>
- López, M. L. (2012). *Estudio de macro y micro restos de quinoa de contextos arqueológicos del último milenio en dos regiones circumpuneñas* [Tesis de Doctorado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina].
- López, M. L., M. C. Bruno y M.T. Planella (2015). El género *Chenopodium*: Metodología aplicada a la identificación taxonómica en ejemplares arqueológicos. Presentación de casos de estudio de la región sur-andina. En C. Belmar y V. S. Lema (Eds.), *Avances y desafíos metodológicos en arqueobotánica: Miradas consensuadas y diálogos compartidos desde Sudamérica* (pp. 89-121). Universidad Internacional SEK.
- López, M. L., Capparelli, A. y Nielsen, A. (2012). Procesamiento post-cosecha de granos de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Chenopodiaceae) en el período prehispánico tardío en el norte de López (Potosí, Bolivia). *Darwiniana*, 50(2), 187-206.
- Medina Reguilón, N. M., Babot, M. P. y Hocsman, S. (2026). Understanding inhabited landscapes from remains of Fabaceae tree fruit used by agro-pastoralist societies in the high deserts of the south-central Andes, Argentina, between 1,600 and 1,000 BP. *Vegetation History and Archaeobotany*, 35, 263-285. <https://doi.org/10.1007/s00334-025-01052-9>
- Mora-Ocación, M. S., Morillo-Coronado, A. C. y Manjarres-Hernández, E. H. (2022). Extraction and quantification of saponins in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes from Colombia. *International Journal of Food Science*, 7287487. <https://doi.org/10.1155/2022/7287487>
- Mueller, N. G. (2017). Documenting domestication in a lost crop (*Polygonum erectum* L.): Evolutionary bet-hedgers under cultivation. *Vegetation History and Archaeobotany*, 26, 313-327.
- Mujica, M. A. (2004). La quinua indígena: Características e historia. En J. Sepulveda, M. Thomet M, P. Palazuelos y M. A. Mujica (Eds.), *La Kinwua Mapuche. Recuperación de un cultivo para la alimentación* (pp. 21-42). CETSUR.
- Munsell Color. (2000). *Munsell soil color charts*. GretagMacbeth.
- Nordstrom, C. (1990). *Evidence for the Domestication of Chenopodium in the Andes*. McCown Archaeobotany Laboratory Reports, 19. University of California, Berkeley.
- Ohri, D. (2015). The taxonomic riddle of *Chenopodium album* L. complex (Amaranthaceae). *Nucleus*, 58(2), 131-134.
- Olivera, D. E. (2006). Recursos bióticos y subsistencia en sociedades agropastoriles de la Puna Meridional Argentina. *Comechingonia*, 9, 19-55.
- Pando, L. y Castellano, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua*. FAO y la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pearsall, D. M. (1980). Ethnobotanical Report: Plant Utilization at a Hunting Base Camp. En J. Rick (Ed.), *Prehistoric Hunters of the High Andes* (pp. 191-231). Academic Press.
- Pérez, E. L. (2006). *Las plantas utilizadas por la comunidad de Antofagasta de la Sierra*

- Puna catamarqueña, Argentina* [Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina].
- Planchuelo, A. M. (1975). Estudio de los frutos y semillas del género *Chenopodium* en la Argentina. *Darwiniana*, 19, 528-565.
- Planella, M. T., López, M. L. y Bruno, M. C. (2014). La domesticación y distribución prehistórica. En D. Bazile, D. Bertero, y C. Nieto (Eds.), *Estado del Arte de la Quinoa en el Mundo en 2013* (pp. 33-48). FAO y CIRAD.
- Prego, I., Maldonado, S. y Otegui, M. (1998). Seed structure and localization for reserves in *Chenopodium quinoa*. *Annals of Botany*, 82, 481-488.
- Qconv. (2019). *Convertidor de unidades online: Conversión fácil y rápida*. <https://qconv.com/es>.
- Rodríguez, M. F. (2004). Cambios en el uso de los recursos vegetales durante los distintos momentos del Holoceno en la Puna Meridional Argentina. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 36(supl. espec. t1), 403-413. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562004000300042>
- Rodríguez, M. F., Rúgolo de Agrasar, Z. E. y Aschero, C. A. (2006). El uso de las plantas en unidades domésticas del sitio arqueológico Punta de la Peña 4, Puna meridional argentina. *Chungará, Revista de Antropología Chilena*, 38(2), 257-271. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562006000200009>
- Rodríguez, M. del R., Medina Reguilón, N. M., Cardozo, G., Hocsman, S. y Babot, P. (2024). Enfoques arqueobotánicos integrados: aportes al conocimiento de los paisajes históricos en Antofagasta de la Sierra (ca. 5000-1000 AP). *Revista del Museo de Antropología*, 17(2), 323-340. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v17.n2.44185>
- Schiffer, M. B. (1987). *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press.
- Smith, B. (1985). The role of *Chenopodium* as a domesticate in pre-maize garden systems of the Eastern United States. *Southeastern Archaeology*, 4(1), 51-72.
- Sukhorukov, A. y Zhang, M. L. (2013). Fruit and seed anatomy of *Chenopodium* and related genera (Chenopodioideae, Chenopodiaceae/ Amaranthaceae): Implications for evolution and taxonomy. *PlosOne*, 8(4), e61906. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061906>
- Tapia, M. E. y Fries, A. M. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y Organización Nacional de Productores Ecológicos del Perú (ANPE).
- Trucchi, E., Benazzo, A., Lari, M., Iob, A., Vai, S., Nanni, L., Bellucci, E., Bitocchi, E., Raffini, F...Bertorelle, R. P.G. (2021). Ancient genomes reveal early Andean farmers selected common beans while preserving diversity. *Nature Plants*, 7(2), 123-128. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00848-7>
- Wilson, H. D. (1980). Artificial hybridization among species of *Chenopodium* sect. *Chenopodium*. *Systematic Botany*, 5(3), 253-263.
- Wilson, H. D. (1981). Domesticated *Chenopodium* of the Ozark Bluff Dwellers. *Economic Botany*, 35, 233-239.
- Wilson, H. D. (1990). Quinoa and relatives (*Chenopodium* sect. *Chenopodium* subsect. *Cellulata*). *Economic Botany*, 44, 92-110.
- Winkel, T., Aguirre, M. G., Arizio, C., Aschero, C. A., Babot, P., Benoit L.,...Joffre, R. (2018). Discontinuities in quinoa biodiversity in the dry Andes: An 18-century perspective based on allelic genotyping. *Plos One*, 13(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207519>